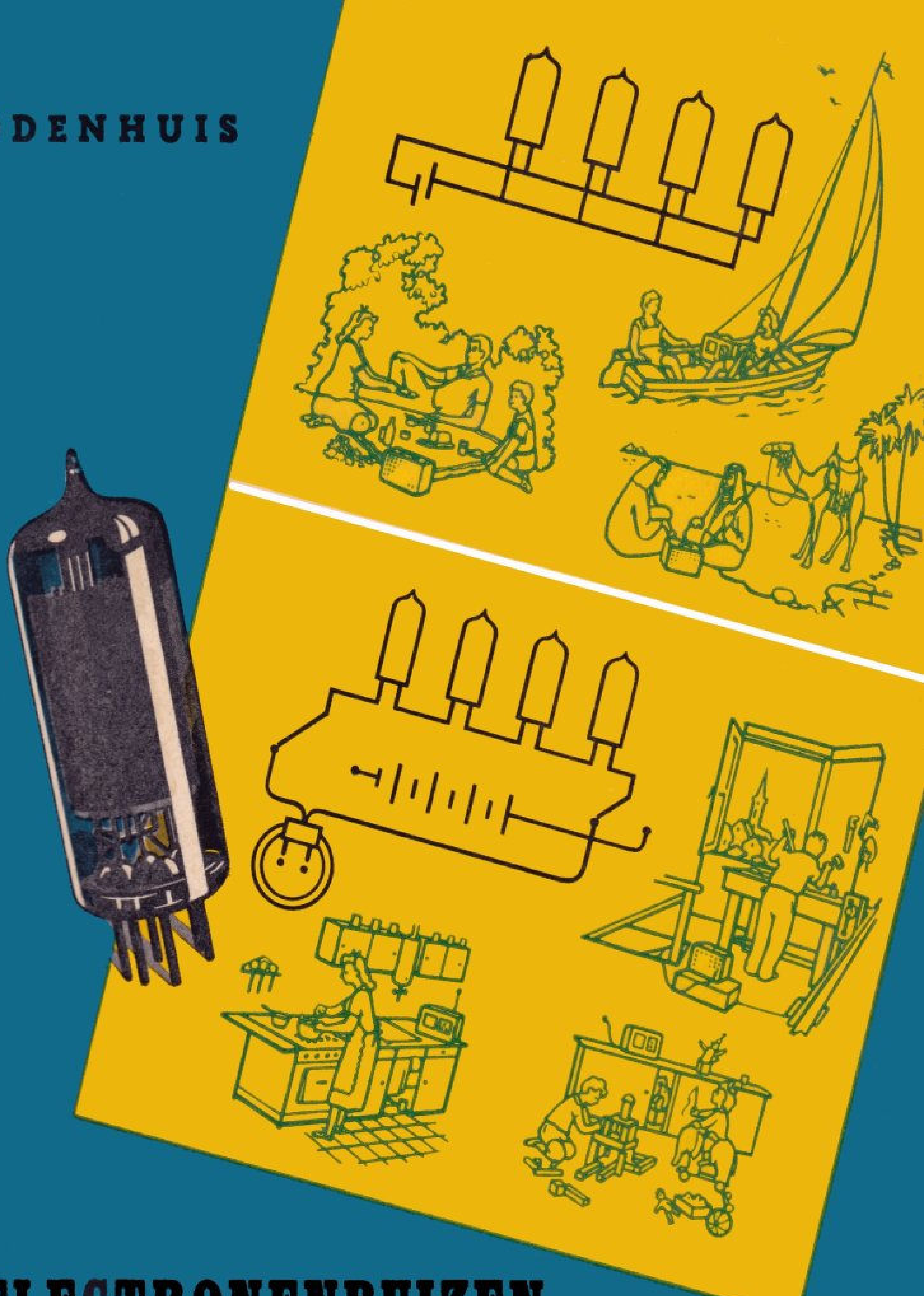
E. RODENHUIS



ELECTRONENBUIZEN VOOR BATTERIJONTVANGERS

PHILIPS TECHNISCHE BIBLIOTHEEK
POPULAIRE REEKS

Gerestaureerd door Jos Verstraten - 2024

ELECTRONENBUIZEN
VOOR BATTERIJONTVANGERS

PHILIPS' TECHNISCHE BIBLIOTHEEK

ELECTRONENBUIZEN

VOOR

BATTERIJONTVANGERS

U.D.C. 621.385 : 621.396.62 : 621.353

DOOR

E. RODENHUIS

1955

UITGAVE: MEULENHOFF & CO N.V. — AMSTERDAM

Mededeling van de uitgevers :
Dit boek wordt uitgegeven in 4 talen :
Nederlands, Duits, Engels en Frans.

Copyright N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken
Eindhoven (Nederland).
Nadruk, ook gedeeltelijk, verboden.
Gedrukt in Nederland.

Alle in dit boek opgenomen gegevens worden medegedeeld zonder
octrooigarantie van de N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken te Eindhoven.

WOORD VOORAF

Batterijontvangers genieten de laatste jaren een toenemende belangstelling. Naarmate de buitensport: kamperen, zeilen, zwerven met fiets of kano, een tijdperk van grotere bloei beleeft, en de per radio uitgezonden weersverwachtingen steeds betrouwbaarder worden, stijgt de behoefte om weerberichten te kunnen ontvangen. Bovendien is het prettig, wanneer men verstoken is van dagbladen, nieuwsberichten te kunnen ontvangen, en bij slecht weer is de radio een niet te versmaden bron van ontspanning.

Automobilisten en motorbootvaarders beschikken over een krachtbron, de accu, die gedurende het rijden of varen wordt geladen, zodat voor deze sportbeoefenaars de autoradio of de ontvanger met voeding via een trilleromvormer de aangewezen toestellen zijn voor radio-ontvangst. De beoefenaar van de andere takken van sport kan voor de voeding alleen droge batterijen gebruiken.

Wegens het grote stroomverbruik van de buizen was batterijvoeding oorspronkelijk een kostbare geschiedenis. Bovendien waren de batterijen van een onplezierige omvang en gewicht, zodat de draagbare ontvanger een „gewichtig" voorwerp was. De gebruikte radiobuizen eisten vrij veel stroom; de batterijen waren spoedig uitgeput.

Het ontwikkelingswerk, verricht door fabrikanten van electronenbuizen enerzijds, en door batterijfabrikanten anderzijds, deed een meer bevredigende situatie ontstaan. De moderne buizen vereisen een aanzienlijk geringer vermogen dan de vroegere; de batterijen zijn kleiner, minder zwaar, en hebben desondanks een langere levensduur. Hierdoor is niet alleen de kleine draagbare ontvanger populair geworden, maar in gebieden waar nog geen electriciteitsnet is, begint de grote, meer luxueus uitgevoerde batterijontvanger meer en meer het, door een autoaccu gevoede, apparaat met triller te verdringen, daar het laden en transporteren van de zware accu altijd tamelijk kostbaar is, terwijl men met batterijen slechts éénmaal transportkosten heeft.

Er zijn uitstekende batterijontvangers van verscheidene typen en fabrikaten in de handel, maar het is onmiskenbaar dat velen er prijs op stellen zelf hun ontvangers te vervaardigen. Dit is niet zozeer een kwestie van financieel voordeel, want de rationele productiemethoden voortvloeiend uit seriefabricage maken dat het fabrieksapparaat kan worden geleverd tegen een prijs die niet

hoger is dan de prijs van de onderdelen, de buizen en de kast die men zich bij zelfbouw moet aanschaffen. Dat zelfbouw tóch zoveel wordt beoefend vindt zijn oorzaak in het feit, dat velen dit als een zeer prettige en voldoening gevende vrijetijdsbesteding beschouwen, die zij zich onder geen beding zullen laten ontnemen, ook niet al is er geen enkel financieel voordeel aan verbonden.
Dit boekje is geschreven om de noodzakelijke technische kennis die nodig is voor het bouwen van goede batterijontvangers, te vergroten, waardoor het, naar wij hopen, een gewaardeerd bezit zal zijn voor vele zelfbouwers. Het bevat vele inlichtingen en gegevens over batterijbuizen en -ontvangers, waardoor het ook zeer vele service technici en -monteurs goede diensten zal kunnen bewijzen, vooral omdat in principe de overeenkomstige typen fabrieksontvangers van de diverse fabrikaten grote overeenkomst vertonen.
Ten slotte kan dit boekje dienen als aanvullende lectuur voor studerenden in de radiotechniek, omdat er de verschillende typen batterijbuizen uitvoerig in zijn behandeld, maar vooral omdat vrij veel aandacht is besteed aan de voedingsproblemen die zich bij batterijbuizen voordoen, en aan het ontwerpen van batterijontvangers.
Schrijver betuigt op deze plaats zijn dank aan de Heren J. Haantjes en B. G. Dammers, respectievelijk adjunct-directeur en hoofdnatuurkundige bij de N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN, die vele nuttige wenken gaven, en zo welwillend waren het manuscript door te lezen.
Dat dit boekje moge bijdragen tot vergroting van de kennis en van het gebruik van batterijbuizen, en dat het velen van dienst moge zijn bij studie, beroep of liefhebberij, is de wens van

DE SCHRIJVER.

INHOUDSOPGAVE

Hoofdstuk I: ALGEMENE INLEIDING 1

Iets over de ontwikkeling van batterijbuizen met laag gloeistroomverbruik 3

Moderne batterijbuizen 5

Moderne batterijontvangers 6

Draagbare ontvangers 7

ABC-ontvangers 8

Stationnaire ontvangers 8

Hoofdstuk II: MINIATUUR BATTERIJEN MET GLOEIDRADEN VOOR 50 mA 10

Mengbuis DK 92 12

Beschrijving 12

Gebruik van de DK 92 14

Practische schakeling 18

Gegevens van de mengbuis DK 92 24

H.F. pentode DF 91 32

Gegevens van de H.F pentode DF 91 33

Diode-L.F. pentode DAF 91 38

Gegevens van de diode-L.F. pentode DAF 91 39

Eindpentode DL 92 45

Gegevens van de eindpentode DL 92 46

Eindpentode DL 94 55

Gegevens van de eindpentode DL 99 56

Hoofdstuk III: DE ELECTRONENSTRAAL-AFSTEMINDICATOREN DM 70 EN DM 71 81

Inleiding 81

Constructie en werking 81

Regelbereik 84

Gegevens van de afstemindicator DM 70 85

Het gebruik van de DM 70 in batterijontvangers 90

Gebruik van de DM 70 in ABC-ontvangers 90

Hoofdstuk IV: MINIATUUR BATTERIJBUIZEN MET GLOEIDRADEN VOOR 25 mA 92

Mengbuis DK 96 95

Gebruik van de DK 96 95

Gegevens van de mengbuis DK 96 97

H.F.-pentode DF 96 104

Gegevens van de H.F. pentode DF 96 105

Diode-L.F. pentode DAF 96 109
Beschrijving 109
Gegevens van de diode-L.F. pentode DAF 96 110
Eindpentode DL 96 115
Buisbeschrijving 115
Gegevens van de eindpentode DL 96 117
Hoofdstuk V: VOEDINGSPROBLEMEN BIJ BATTERIJBUIZEN . . 126
Parallelvoeding van de gloeidraden 130
Serievoeding van de gloeidraden 134
Compensatie van de emissiestroom 136
Negatieve roosterspanning 141
Hoofdstuk VI: ONTVANGERBESCHRIJVINGEN 147
Een ABC-ontvanger met vijf buizen en een afstemindicator . . . 147
Algemene beschrijving 147
Schemabeschrijving 148
1) Raamantenne 148
2) De mengtrap 150
3) De M.F. trappen en de AGR 152
4) Het L.F. gedeelte 155
5) De voeding 156
Meetresultaten 157
Waarden van de onderdelen 159
Een batterijontvanger met vier buizen voor een batterijspanning van 90 V 163
Algemene beschrijving 163
Meetresultaten 164
Waarden van de onderdelen 166
Een vier-buizen batterijontvanger met DK 92, DF 91, DAF 91 en DL 92, voor V_b = 67,5 V 168
Meetresultaten 168
Eenvoudige batterijontvanger met vier buizen van de 25 mA-serie 170
Oscillatorschakeling 170
H.F. effecten 172
Meetresultaten 172
Waarden van onderdelen 173
Een BGW-ontvanger met 4 + 1 buizen van de 25 mA serie . . . 175
Schemabeschrijving 175
Netvoeding 175
De AGR-schakeling en de afstemindicator 177
De oscillatorschakeling 178
De antennekring 178
De weergavekarakteristiek 179
Meetresultaten 180

HOOFDSTUK I

ALGEMENE INLEIDING

Wie geruime tijd de ontwikkelingsgang van een techniek volgt, ziet dat dikwijls een oud en reeds lang verlaten principe plotseling weer opgeld doet, omdat nieuwe materialen of werkmethoden het mogelijk maken het verouderde principe op een andere wijze te benaderen, waardoor het in een vernieuwde en, eventueel, in een meer economische vorm volkomen aan de eisen van het ogenblik beantwoordt.
De radiotechniek, die nog jong, en dus (althans in dit opzicht) overzichtelijk is, biedt hiervan talloze voorbeelden. Oude schakelingen en principes komen zich herhaaldelijk, vaak onder een geheel andere naam, als iets totaal nieuws aandienen, en alleen zij die de gehele ontwikkeling van deze techniek hebben meegemaakt en daarenboven over een goed geheugen beschikken, zien wat er eigenlijk aan de hand is.
Als de batterijontvangers weer populair gaan worden, zal de „old timer" onwillekeurig weer moeten denken aan de eerste periode van de radio-omroep, toen iedere ontvanger een batterij-apparaat was en men de grootste moeite deed om van het ongemak én de kosten van batterijen te worden verlost. In die dagen was het dan ook wel een vaak zeer teleurstellend verschijnsel dat midden onder een met grote spanning verwachte uitzending bleek dat de accu was ontladen, of de anodebatterij was uitgeput. Bovendien waren de accu's zwaar, het laden ervan was duur, en ook de anodebatterijen waren verre van goedkoop.
De accu's waren spoedig ontladen, want het verbruik van de hel gloeiende wolfraam gloeidraden, waarmee toentertijd de radiobuizen waren uitgerust, was zeer hoog. Een gloeistroom van 2 tot 4 A voor een „vierlamps" ontvanger was heel normaal. De anodebatterijen behoefden niet zo'n grote stroom te leveren, want ondanks de grote gloeistroom, was de emissie maar gering. Een emissie lager dan 1 mA was heel gewoon, en slechts de buizen met een gloeistroom van 1 A of meer brachten het soms tot emissiestromen van enkele milliampères.
Het was geen wonder dat de buizenfabrikanten zich veel moeite getroostten om tot zuiniger buizen te komen, en dat de apparatenfabrikanten eerst de anodebatterij overbodig maakten door het fabriceren van uit het net gevoede plaatstroomapparaten en vervolgens, door het vervaardigen van handige kwikdampgelijkrichters, het transport van accu's.
De eerste poging om een lager stroomverbruik te krijgen, is in verband met de aanhef van dit hoofdstuk zeker de moeite van het vermelden waard. Men kende in die eerste periode van de radio-omroep de zogenaamde „harde", d.w.z. hoogvacuümbuizen, en „zachte" buizen, met een gasvulling (argon)

onder lage druk. De zachte buizen hadden, voor het verkrijgen van de vereiste plaatstroom, een anodespanning nodig van 12 tot 20 V. Ze waren als roosterdetector veel beter dan de harde buizen, en waren dan ook voor dit doel gemaakt. Verscheidene bezitters van een radio-ontvanger gebruikten ze evenwel ook als versterkbuis en als eindbuis, daar ze wegens de lage anodespanning zeer voordelig waren. Dat ze een extra demping aan de H.F. kringen gaven en de nodige vervorming introduceerden, was iets waarover men zich in die dagen met de weinig verliesvrije onderdelen en slechte luidsprekers in het geheel niet bekommerde. De zachte buizen vertegenwoordigden een reeds sedert tientallen jaren verlaten standpunt, maar zie: momenteel worden in laboratoria proeven genomen met een met gas gevulde eindbuis, het z.g. plasmatron, om een zodanige lage inwendige weerstand van de eindbuis te krijgen, dat de uitgangstransformator overbodig wordt en men de spreekspoel van de luidspreker rechtstreeks op de buis kan aansluiten. Hiermee hoopt men de vervorming, door het ijzer van de transformator geïntroduceerd, kwijt te zijn. Het valt evenwel buiten het bestek van dit boekje om hierop dieper in te gaan, en deze regels dienen dan ook uitsluitend ter illustratie.

De tweede poging tot stroombesparing was de introductie van de „dubbelroosterlamp". Door tussen gloeidraad (katode) en stuurrooster van de buis een extra rooster aan te brengen, dat men een zekere positieve spanning gaf, werd de ruimtelading rond de katode gedeeltelijk opgeheven, waardoor met geringe anodespanning een vrij grote anodestroom kon worden verkregen. Dergelijke buizen werkten met spanningen van 2 tot 20 V en gaven een behoorlijk resultaat. De normale ontwikkeling ging evenwel in een andere richting, die tot op de huidige dag is voortgezet. Men trachtte gloeidraden (katoden) te vervaardigen, die met een gering gloeistroomvermogen voldoende emissie gaven voor de goede werking van de buis. Het was Philips die in deze ontwikkeling de leiding nam, door het introduceren van de „Miniwatt" buizen, die zijn voorzien van een wolfraam gloeidraad, bedekt met een sterk emitterende laag, hoofdzakelijk bestaande uit barium. De totale gloeistroom voor een met dergelijke buizen uitgeruste ontvanger was 300 à 400 mA, en deze zuinige buizen droegen in hoge mate bij tot de popularisering van de radio-omroep.

Enkele jaren na de invoering van de nieuwe gloeidraad, begon men aan de ontwikkeling van de indirect verhitte katode, om voeding vanuit het wisselstroomnet mogelijk te maken. Toen deze buizen in groten getale werden geproduceerd, waren de ontvangers voor voeding uit het lichtnet al spoedig alom verkrijgbaar, en hiermee begon de zegetocht van de radio-omroep eerst goed, met het resultaat dat thans een huis zonder radio vrijwel ondenkbaar is. Toen de indirect verhitte buis in opkomst was, richtte zich vrijwel alle activiteit op de ontwikkeling van dit nieuwe type, zodat de ontwikkeling van batterijbuizen slechts in een vertraagd tempo werd voortgezet. Het duurde tot ongeveer 1938 vooraleer die ontwikkeling meer intensief ter

hand werd genomen, en toen fabriceerde men de buizen die we als de voorlopers van de in dit boek behandelde buizen kunnen beschouwen; op deze typen komen we nog terug. De typen die we het laatst zullen beschrijven, behoren tot de z.g. D 96 serie; zij vormen in zekere zin ook weer de afsluiting van een onwikkelingsperiode. De gloeidraden van deze nieuwste buizen zijn zeer dun (slechts 11 μ), het gloeistroomverbruik van een vierbuizen ontvanger is met deze buizen tot slechts 125 mA gereduceerd. Het is niet goed denkbaar dat deze gloeidraden nóg dunner en deze buizen nóg zuiniger kunnen worden gemaakt, met behoud van hun betrouwbaarheid en goede eigenschappen.
Behalve dit alles bevindt zich een nieuwe vorm van versterker in een ver stadium van laboratoriumontwikkeling, namelijk de transistor. Deze maakt het gebruik van gloeistroombatterijen geheel overbodig en vraagt voor de verdere voeding slechts een gering vermogen bij zeer lage spanning. Het is evenwel nog een open vraag of de transistors zich binnen enkele jaren zover zullen ontwikkelen, dat ze alle functies in een ontvanger kunnen vervullen onder behoud van de eigenschappen waaraan men bij de tegenwoordige ontvangers met buizen is gewend geraakt.

IETS OVER DE ONTWIKKELING VAN BATTERIJBUIZEN MET LAAG GLOEISTROOMVERBRUIK

De allereerste buizen met laag gloeistroomverbruik waren de typen A 410, A 409, B 406 en B 403; dit waren buizen voor voeding uit een 4 V accumulator, en verder de overeenkomstige typen voor voeding uit een 2 V accu en met een cel van het Leclanché type, die A 210 enz., respectievelijk A 110 enz., werden genoemd. Hun constructie was afgeleid van die van de gloeilamp: Op een glazen kneep waren een paar staafjes, de z.g. polen, bevestigd, die tegelijk de dragers waren van het electrodensysteem, dat horizontaal was opgebouwd; voor het eigenaardige procédé van het bedekken van de gloeidraad was dit van het grootste belang. De dunne wolfraam gloeidraden in deze buizen waren verkoperd, en het barium, dat de emissie moest verzorgen, werd in de gemonteerde z.g. „stellen" in de vorm van een paar druppeltjes bariumacide in de anode gebracht. De anode was daartoe voorzien van een fijn metalen gaasje. Vervolgens werden de buizen ingesmolten, doch alvorens tot pompen werd overgegaan, werden ze in een oven verhit. Hierbij kristalliseerde het bariumacide en werd het in deze kristallijne vorm in het gaasje opgesloten. Dan werden de buizen vacuüm gepompt en in een oven verhit en afgesmolten. Dan volgde de merkwaardigste behandeling in dit procédé: de buizen werden in de z.g. „bombarder" geplaatst, waar ze met H.F. energie sterk werden verhit. Daarbij werd eerst de vangstof (magnesiumgetter) verdampt, en vervolgens het kristallijne barium, dat groen oplichtte en bij afkoeling overal in het inwendige van de buis neersloeg, waarbij een heel klein beetje op de gloeidraad terecht kwam. Deze geringe hoeveelheid barium leverde

voldoende emissie voor een levensduur van vaak 5000 uren. Gedurende het bovenbeschreven proces werd ook de eerste emissie aan de katode onttrokken. De katode werd z.g. geactiveerd, welk proces daarna op een brandraam werd voltooid.
Men had al spoedig ontdekt, dat het vacuüm van deze nieuwe buizen veel beter moest zijn dan dat van de vroegere buizen met hel gloeiende wolfraam gloeidraad. Deze heeft namelijk de eigenschap het vacuüm gedurende de levensduur te verbeteren, zodat de reeds genoemde „zachte" buizen op de duur harder werden. Met de nieuwe „Miniwatt" buizen was dit geenszins het geval. Een restje gas was voldoende om de emissie te bederven, door vergiftiging van de emitterende laag barium. Het was om deze reden dat de vangstof (toen getter genoemd) werd ingevoerd. In een houdertje werd een beetje magnesium aangebracht, dat tijdens het pompen werd verstoven door H.F. verhitting, en dat als een metaalkleurige spiegel op de ballon neersloeg. Dit bond de in de buis aanwezige gasresten, en in die dagen verkeerde men in de mening, dat aldus ook nog later vrijkomende gassen konden worden gebonden. Thans is men evenwel een andere mening toegedaan, en is men ervan overtuigd, dat het overal aanwezige barium deze taak vervuld heeft.

Natuurlijk sloeg het barium ook op het rooster neer, wat wel zeer ongunstig lijkt, als men ziet welk een moeite men thans doet om te voorkomen dat in een moderne buis emitterend materiaal op het rooster komt; dit toch heeft de zo gevreesde roosteremissie tot gevolg. Men moet evenwel bedenken, dat in die dagen met de direct verhitte buizen de gloeidraad maar zeer zwak gloeide en dus wel een hoge temperatuur had, doch wegens de geringe afmetingen maar zeer weinig straalde; bovendien was het rooster op een vrij grote afstand van deze gloeidraad opgesteld, zodat men van roosteremissie weinig last had.
Behalve de metalen spiegel van het magnesium, zag men verder de binnenzijde van de ballon met een roetachtige laag bedekt; dat was het neergeslagen barium. Als zo'n oude buis niet meer voldoende emissie had, kon men dat herstellen door de buis boven een gasvlam te verhitten en vervolgens af te koelen. Na deze operatie waren buizen vaak weer als nieuw, doch bij te sterke verhitting deukte er ook wel eens een lelijk in, onder invloed van het vacuüm en door het zacht worden van het glas.
De kostbare bariumacide methode heeft men tot ongeveer 1933 à '34 toegepast. Vele lezers zullen zich nog wel de uitstekende buizen A 425, A 409 herinneren, alsook de latere, voor die tijd zeer steile buizen A 415, B 405 en B 409. Later kwamen de H.F. tetrode A 442 en de eindpentode B 443. Daarna verschenen echter de indirect verhitte buizen, waarmee de batterijbuizen op de achtergrond geraakten.
Inmiddels had men in Amerika een andere methode ontwikkeld, waarbij gebruik werd gemaakt van een nikkelen gloeidraad, die werd gevoerd door baden bestaande uit een pap van barium-, en strontiumcarbonaten; daarna

ging de draad door een oven, waarin de emitterende laag werd gebakken. Dit procédé werd „drag-coating" genoemd. Toen men bij Philips, door de ontwikkeling van de batterijsuper tot andere en meer moderne buizentypen kwam, werd aanvankelijk deze aantrekkelijk lijkende werkwijze overgenomen en maakte men de eerste K-serie met nikkelen gloeidraad en „drag-coating". Als voorbeelden noemen we de octode KK 2, de pentoden KF 1 en KF 2, en de eindbuizen KL 1 en KL 2. Men was echter over de nikkelen gloeidraden niet erg tevreden, en vond dat wolfraam sterker was, gunstiger in de bewerking, en dat het een langere levensduur gaf. Wel had nikkel het voordeel, dat men er gemakkelijker een hoge emissie mee haalde. Met de aanwezige technologische kennis zag men echter ook wel kans de hogere emissie met wolfraam gloeidraden te verkrijgen, en zo werden de nieuwere typen van de K-serie: de KF 3, de KF 4, de KL 4 en de KL 5, weer met bedekte wolfraam gloeidraden uitgerust.
De eigenlijke ontwikkelingslijn bij Philips is altijd in de richting van de wolfraam gloeidraad geweest. Uit bepaalde overwegingen, die verder in dit boek nog zullen worden behandeld, is men in het recente verleden ook nog weer eens tot de nikkelen gloeidraden teruggekeerd, met de D 90 serie; deze werd echter gevolgd door een serie met zeer gering gloeistroomverbruik, de D 96 serie, waarvan de buizen weer wolfraam gloeidraden hebben.

MODERNE BATTERIJBUIZEN

Gloeidraden met een zeer gering verbruik werden voor het eerst geïntroduceerd in de D 20 serie. Deze serie buizen, bestaande uit de typen DK 21 mengbuis, DF 21 H.F. pentode, DAC 21 diode-triode en DL 21 eindpentode, had een totaal gloeistroomverbruik van slechts 150 mA, bij een spanning van 1,4 V. De gloeistroom van de DK 21 en de DL 21 was 50 mA, die van de beide andere buizen slechts 25 mA. Om de gloeistroom tot een zo lage waarde te reduceren, moesten drie maatregelen worden getroffen:

1e moest het mogelijk zijn zeer dunne wolfraam draden te trekken,

2e moest de op deze dunne draden aangebrachte emitterende laag zeer dun zijn,

3e moest de afstand tussen gloeidraad en eerste rooster worden verkleind om voldoende steilheid te kunnen handhaven.

Voordien werden in de buizen van de K-serie gloeidraden gebruikt met een diameter van 25 tot 30 μ, waarop een emitterende laag van ongeveer 30 μ was aangebracht, zodat deze gloeidraden een dikte hadden van 85 μ. Daar wolfraam een grotere trekvastheid heeft dan nikkel, slaagde men erin draden met een dikte van slechts 10 μ te trekken, terwijl een nieuwe wijze van aanbrengen van de emitterende laag er toe leidde, dat deze slechts 10 μ dik werd, zodat de nieuwe gloeidraden een totale dikte hadden van slechts 30 μ, hetgeen een beduidende stap vooruit betekende.
De wolfraam gloeidraad van deze buizen werd voor het eerst kateforetisch

bedekt. Bij dit procédé geeft men in een pap de bariumdeeltjes een negatieve lading, en deze deeltjes worden door de wolfraam draad, die men positief geladen heeft, aangetrokken. Dit is het tegenwoordig algemeen gangbare proces.
De buizen van de D 21-serie waren op een kneep gebouwd, en zij waren voorzien van een octal voet; hun afmetingen waren dan ook vrij groot. Daar juist voor de draagbare ontvangers behoefte bestond aan buizen van kleinere afmetingen, en bovendien het verouderde systeem met de kneep plaats moest maken voor de moderne constructie, waarin het electrodensysteem op een glazen buisbodem is gemonteerd en de aansluitpennen binnen in de buis doorlopen en tevens de dragers zijn van het electrodensysteem, werd deze serie vervangen door de rimlock buizen DK 40, DAF 40, DAF 41 en DL 41, respectievelijk octode-mengbuis, diode-H.F.pentode, diode-L.F. pentode en eindpentode. Principieel veranderde aan de gloeidraden niet veel; alleen de eindbuis was totaal anders. De gloeidraadhelften konden zowel in serie als parallel worden geschakeld; ook kon één gloeidraadhelft worden gebruikt. Zodoende kon met dezelfde buis zowel een gloeistroom van 50 mA (spaarschakeling) als een van 100 mA, bij 1,4 V gloeispanning, worden ingesteld. Bovendien kon voor apparaten met serievoeding van de gloeidraden gebruik worden gemaakt van de mogelijkheid de beide gloeidraadhelften in serie te schakelen, waardoor een gloeistroom van 50 mA bij een spanning van 2,8 V werd verkregen. Het uitgangsvermogen van de DL 41 bedroeg in spaarschakeling bij een anodespanning van 90 V, 160 mW, bij parallelschakeling en een anodespanning van 120 V, 550 mW; twee van deze buizen DL 41 in klasse-B kunnen bij 150 V anodespanning en parallel geschakelde gloeidraden een vermogen van 2,1 W afgeven. Met deze buizenserie kon dus ieder type batterijontvanger worden gerealiseerd.
De toenemende neiging tot miniaturisering deed evenwel de vraag naar nog kleinere buizen toenemen, en dit heeft tot gevolg gehad dat twee buizenseries in de internationale miniatuur uitvoering op de markt zijn verschenen. Deze beide series zullen in dit boekje uitvoerig worden beschreven, en eveneens zullen ontvangerontwerpen met beide buizenseries worden behandeld.

MODERNE BATTERIJONTVANGERS

Alvorens de nieuwe buizenseries te beschrijven, is het wel gewenst een overzicht te geven van de verschillende typen batterijontvangers die tegenwoordig de belangstelling genieten. Bij het ontwerpen van een buizenserie is dit namelijk iets waarmee terdege rekening moet worden gehouden, en het is doelmatig gebleken de buizen zulke karakteristieke eigenschappen te geven, dat het met een klein aantal buizentypen mogelijk is een grote verscheidenheid van ontvangers te realiseren.
In grote trekken onderscheidt men drie hoofdtypen van batterijontvangers:

1) draagbare ontvangers,
2) draagbare ontvangers die zowel met batterijen als uit het lichtnet kunnen worden gevoed (z.g. ABC ontvangers),
3) stationnaire ontvangers.

Draagbare ontvangers

De belangrijkste eisen waaraan de draagbare ontvangers moeten voldoen zijn: kleine afmetingen, gering verbruik zowel van de gloeistroom- als van de anodebatterij. Om van dergelijke apparaten de afmetingen klein te houden, moeten de onderdelen en de buizen klein zijn, maar ook moeten de batterijen kleine afmetingen hebben. Dit houdt dus in dat de buizen voor deze apparaatjes niet alleen geringe afmetingen en een laag gloeistroomverbruik moeten hebben; bij voorkeur moeten ze ook met een zo laag mogelijke anodespanning een uitstekend resultaat geven; dan kan ook de anodebatterij zeer klein zijn. Gewoonlijk worden dergelijke apparaatjes voor een enkel golfbereik gemaakt, en wel voor het middengolfgebied. Aan de gevoeligheid kunnen geen zeer hoge eisen worden gesteld; het kleine kastje biedt immers slechts plaats aan een raamantenne van geringe oppervlakte. Sedert enige tijd kan de gevoeligheid aanmerkelijk worden opgevoerd door gebruik te maken van de zogenaamde staafantenne. Hierbij is de roosterspoel van de mengbuis gewikkeld op een staaf van Ferroxcube of een ander keramisch materiaal met geringe H.F. verliezen. Deze staafantennes blijken een grotere gevoeligheid te geven dan een kleine raamantenne; hun richtingsgevoeligheid is ongeveer gelijkwaardig.
De eindbuis in een draagbare ontvanger geeft bij een batterijspanning van 67,5 V — wat tegenwoordig een veel gebruikte waarde is — maar een gering vermogen af, in de orde van grootte van 125 mW, doch soms worden deze apparaatjes gevoed uit anodebatterijen van slechts 45 V; het beschikbare uitgangsvermogen is dan slechts 50 mW. Het is dus zaak niet alleen voor een zeer goede aanpassing tussen eindbuis en luidspreker te zorgen, maar ook is het van belang een zeer gevoelige luidspreker te gebruiken. Het rendement van luidsprekers is over het algemeen zeer laag; voor de kleine modellen, die in een draagbaar batterijontvangertje worden gebruikt, is een rendement van 3 % al zeer behoorlijk te noemen. Dit wil dus zeggen dat van het beschikbare electrische vermogen slechts 3 % in geluid wordt omgezet. Nu is sedert enige tijd evenwel een luidspreker verkrijgbaar, waarvan men het rendement tot 8 % heeft weten op te voeren; het gebruik van een dergelijke luidspreker geeft dus een 2,6 voudige verbetering, dit is een verhoging van het acoustisch rendement met 4,2 dB. Het behoeft geen betoog dat de draagbare ontvanger, met de juiste buizen uitgerust en voorzien van de beide genoemde nieuwe onderdelen, een aanzienlijke stap vooruit betekent in vergelijking met hetgeen voor enige jaren mogelijk was. Kleine afmetingen worden bovendien nog mogelijk gemaakt doordat vele

belangrijke onderdelen, als afstemcondensatoren, keramische condensatoren, electrolytische en papiercondensatoren, weerstanden, potentiometers en schakelaars, spoelen en M.F. transformatoren, uitgangstransformatoren, kortom alle mogelijke onderdelen, verkrijgbaar zijn in miniatuur uitvoeringen.

ABC ontvangers

De draagbare ontvanger, die bovendien op het lichtnet kan worden aangesloten, is het type dat in ons land de grootste populariteit geniet. Dit type biedt het voordeel, dat het in de vacantie en bij buitensport als batterijontvanger dienst kan doen, terwijl het in de wintermaanden vaak als tweede ontvanger in huis goede diensten bewijst, juist omdat het zo gemakkelijk van de ene kamer naar de andere kan worden meegenomen. Deze ontvangers zijn groter en zwaarder dan de allerkleinste draagbare ontvangers; ze eisen ook iets meer van de ingebouwde batterijen. Ze kunnen in vele uitvoeringen worden gemaakt. Soms maakt men deze ontvangers, evenals het bovenbeschreven type, met staafantenne en voor een enkel golfbereik, soms zijn ze met raamantenne en met vier golfbereiken uitgerust. Vooral sedert de mengbuis DK 92 op de markt is verschenen, is met batterijontvangers een uitstekende kortegolfontvangst mogelijk.
In ABC ontvangers zijn de gloeidraden van de buizen meestal in serie geschakeld. Daarom heeft men een gloeistroombatterij van een hogere spanning nodig; deze behoeft uiteraard echter veel minder stroom te leveren dan in een ontvanger met parallel geschakelde gloeidraden. Er zijn ABC ontvangers in de handel, waarin voor batterijontvangst de gloeidraden parallel zijn geschakeld; voor ontvangst met voeding uit het lichtnet zijn de gloeidraden echter in serie geschakeld. Het behoeft geen betoog dat dit een tamelijk kostbare complicatie is, die bovendien aanleiding kan geven tot kraken en andere minder gewenste effecten. De in dit boekje beschreven ABC ontvangers zijn dan ook op de gebruikelijke wijze uitgerust met in serie verbonden gloeidraden.
Een aantrekkelijke nieuwigheid is, dat deze ontvangers een electronenstraalafstemindicator hebben. Voor dit doel is een buisje ontwikkeld, de DM 70, dat slechts 25 mA gloeistroom en een zeer geringe anodestroom nodig heeft. Dit is de eerste goede afstemindicator voor batterijontvangers.
De voordelen die de zeer gevoelige luidspreker en de kleine onderdelen bieden, gelden uiteraard ook ten volle voor de ABC ontvangers. Werden vroeger deze apparaten nog dikwijls met een gelijkrichtbuis uitgerust, thans wordt, voor het verkrijgen van de gelijkstroom uit het wisselstroomnet, vrijwel uitsluitend gebruik gemaakt van selenium gelijkrichters.

Stationnaire ontvangers

Bij stationnaire ontvangers, die in aanmerking komen op plaatsen waar men geen lichtnet heeft en waar men toch kwaliteitsontvangst van de radio-omroep

wil genieten, gelden de eisen van geringe afmetingen en uiterst laag stroomverbruik niet zozeer. Men kan voor dit doel zeer grote batterijen gebruiken, die naar verhouding niet zo snel zijn uitgeput, en daarom is ook een groter verbruik toelaatbaar. Trouwens, kwaliteitsweergave eist een aanmerkelijk groter vermogen dan kan worden gegeven door een klein apparaat.
De belangrijkste punten van verschil met de genoemde ontvangers zijn, dat de stationnaire ontvangers worden uitgerust met een buitenantenne en een aardverbinding, wat grotere ingangssignalen oplevert; de eindtrap is meestal in balans klasse-B geschakeld, waardoor een flink uitgangsvermogen ter beschikking komt zonder dat bij zwakke signalen een nodeloos grote stroom aan de anodebatterij wordt onttrokken. Daar deze apparaten groter kunnen zijn dan de beide andere soorten, kan men grotere luidsprekers en uitgangstransformatoren gebruiken, wat het rendement ten goede komt. Door bij voorbeeld twee buizen DL 94 in een klasse-B schakeling te gebruiken, kan men bij een anodespanning van 150 V een maximum uitgangsvermogen van 2150 mW krijgen. Bij volle uitsturing neemt deze eindtrap 25 mA, zonder signaal evenwel slechts 4 mA van de anodebatterij. Wanneer een dergelijke ontvanger met een 10 % luidspreker wordt uitgerust, komen de prestaties ongeveer overeen met dat wat men van een goede radio-ontvanger voor aansluiting op het lichtnet gewend is.

HOOFDSTUK II

MINIATUUR BATTERIJBUIZEN MET GLOEIDRADEN VOOR 50 mA

De in dit hoofdstuk te behandelen serie batterijbuizen bestaat uit de volgende typen:
DK 92, zèlfoscillerende heptode mengbuis,
DF 91, H.F. pentode,
DAF 91, diode - L.F. pentode,
DL 92, eindpentode voor lage anodespanning,
DL 94, eindpentode voor hogere anodespanning.
Deze buizen zijn alle in miniatuur uitvoering met zeven pennen en met nikkelen gloeidraden voor 1,4 V, 50 mA; de beide eindbuizen echter hebben twee gloeidraden, waardoor ze naar believen in serie of parallel kunnen worden geschakeld. In het eerste geval beschikt men over een 2,8 V 50 mA gloeidraad, in het tweede over een 1,4 V 100 mA gloeidraad. Een derde mogelijkheid is de z.g. spaarschakeling, waarbij slechts een enkele gloeidraad wordt gebruikt en waardoor uiteraard de anode- en de schermroosterstroom, alsmede de steilheid, worden gehalveerd en dientengevolge ook het uitgangsvermogen van de buis. Het rendement evenwel verandert hierdoor niet.
Dat de buizen van deze serie zijn voorzien van nikkelen gloeidraden, vindt zijn oorzaak in het feit dat men, toen deze serie werd ontworpen, een aanzienlijk kortere gloeidraad moest gebruiken dan in de voorafgaande rimlock serie. Met de stand die de techniek toen had, was men er niet van overtuigd een wolfraam gloeidraad van de gewenste afmetingen te kunnen maken. Later is men daarin geslaagd met de buizen van de D 96 serie, die in een volgend hoofdstuk zijn beschreven.
Er zijn in deze serie twee eindpentoden opgenomen: de DL 92 en de DL 94. De DL 92 is bestemd voor kleine apparaatjes met 45 V of 67,5 V batterij. Bij een batterijspanning van 90 V kunnen zowel de DL 92 als de DL 94 worden gebruikt, de eerste buis echter met een serieweerstand in de schermroosterverbinding. Daarom is de DL 94, waarvan het schermrooster kan worden gevoed met een spanning van 90 V, een doelmatiger buis. Ook bij anodespanningen van 120 V of 150 V moet de DL 94 worden gebruikt.
De buizen voor de voortrappen van de ontvanger, de DK 92, DF 91 en DAF 91, zijn zó ontworpen dat zij maximum prestaties geven bij spanningen tussen 67,5 V en 90 V. Iets geringere, doch bevredigende resultaten worden bereikt met een anodespanning van 45 V; er moet evenwel rekening mee worden gehouden, dat de bereikbare versterking vermindert met de anodespanning, zodat uitzonderlijk lage spanningen alleen maar moeten worden gebruikt als dit absoluut noodzakelijk is in verband met de beperkte afme-

tingen van de ontvanger. Dit geldt in hoge mate voor de eindbuis, waarvan het beschikbare laagfrequentievermogen snel afneemt met de anodespanning. In dit hoofdstuk wordt speciaal de aandacht gevestigd op de DK 92, daar het oscillatorgedeelte van deze buis op de kortegolf, tot op 10 m (30 MHz), buitengewoon goede resultaten geeft, ook met slechts 45 V anodespanning. Deze gunstige eigenschap maakt het mogelijk zeer kleine ontvangers (personal sets) met een kortegolfbereik te ontwerpen.

In grote, stationnaire, ontvangers wordt meestal een vrij groot L.F. uitgangsvermogen geëist, en dan is de DL 94, waarvan er twee in balans klasse-B kunnen worden geschakeld, de aangewezen eindbuis. Met anode- en schermroosterspanningen van 120 V kan een uitgangsvermogen van 1,2 W, met spanningen van 150 V, 2 W uitgangsvermogen worden bereikt.

In ABC ontvangers worden de gloeidraden meestal in serie geschakeld, en dan moet rekening worden gehouden met het feit, dat de katodestromen van al de buizen naar één aansluiting van de gloeistroombron vloeien, via de in serie geschakelde gloeidraden. De middelen om hierbij overbelasting van de individuele gloeidraden te voorkomen zullen in dit boekje uitvoerig worden behandeld.

Het is bij batterijbuizen van het grootste belang, dat nog goede resultaten worden bereikt met sterk verlaagde voedingsspanningen, want batterijspanningen zijn minder constant dan bij voorbeeld de spanning geleverd door het lichtnet of een accu. Wanneer een batterijontvanger lange tijd, bij voorbeeld twee uur, achtereen in bedrijf is, daalt gedurende deze tijd de spanning beduidend; zij herstelt zich echter weer in de periode dat de ontvanger is uitgeschakeld. Daarmee is bij het ontwerpen van de beschreven buizenseries rekening gehouden, en over het algemeen is nog bruikbare ontvangst mogelijk als de voedingsspanningen met ongeveer 30 % zijn verminderd.

MENGBUIS DK 92

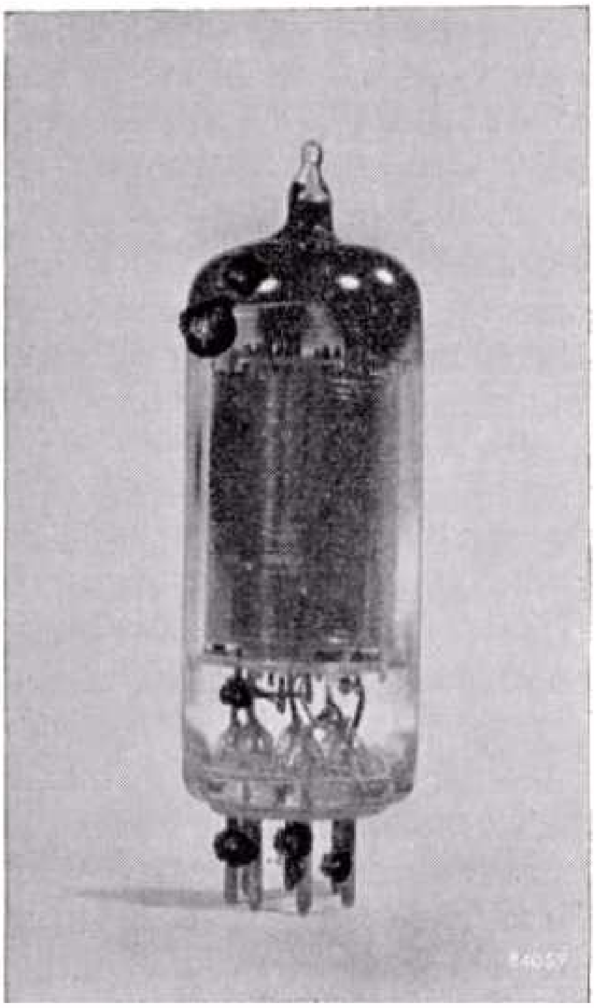


Fig. 1
De heptode mengbuis DK 92.

Beschrijving

De DK 92 is een miniatuur mengbuis met een gloeistroom van 50 mA en een spanning van 1,4 V, voor gebruik in batterijontvangers en in ABC apparaten. Deze buis heeft een enkelvoudig electrodensysteem met inbegrip van een complete oscillatorsectie. De DK 92 heeft een karakteristiek met veranderlijke steilheid, waardoor automatische gevoeligheidsregeling kan worden toegepast.

Deze heptode kan worden gebruikt tot op frequenties van 30 MHz (10 m) zonder dat enige wijziging van de schakeling nodig is, of het totale stroomverbruik toeneemt, doch op het allerhoogste frequentiebereik is capacitieve compensatie noodzakelijk, ter vermijding van inductieëffect.

De oscillatorsectie van de DK 92 wordt gevormd door het eerste en het tweede rooster; het signaal wordt aan het derde rooster gelegd. Het vierde rooster is het schermrooster, en dit wordt gevolgd door een vangrooster, dat vóór de anode is aangebracht. In tegenstelling met de vroegere DK 91, zijn het tweede en het vierde rooster niet met elkaar verbonden, maar voorzien van gescheiden aansluitingen. Dit heeft het voordeel dat het vierde rooster capacitief kan worden geaard, waardoor de koppeling van het oscillatorgedeelte met het stuurrooster wordt verminderd, en dus de straling en de frequentiedrift ook geringer worden. Een tweede voordeel van de gescheiden uitvoering van deze beide roosters is, dat de spanning van het vierde rooster onafhankelijk van die van het tweede kan worden ingesteld, waardoor deze laatste spanning zodanig kan worden gekozen dat de hoogste conversiesteilheid wordt verkregen. In ontvangers met een voedingsspanning van 90 V heeft de DK 92 een conversiesteilheid van 325 μA/V; op 67,5 V is deze waarde 300 μA/V, bij een roosterstroom $I_{g1} = 100\ \mu$A.

In de DK 92 zijn speciale maatregelen getroffen om microfonisch effect te onderdrukken. In batterijbuizen met gering gloeistroomvermogen veroorzaakt de gloeidraad in dit opzicht de meeste moeilijkheden. Voor een bepaalde mechanische spanning en een bepaald materiaal, is de gevoeligheid voor microfonie evenredig met de derde macht van de lengte van de gloeidraad.

Daar in verband met de breekbaarheid van de zeer dunne gloeidraden, de mechanische spanning niet willekeurig kan worden opgevoerd, wordt bij een lange gloeidraad de resonantiefrequentie zo laag, dat het niet mogelijk is de situatie door kunstgrepen in het laagfrequentiegedeelte te verbeteren zonder de weergavekwaliteit te schaden. Als namelijk de resonantiefrequentie zeer hoog is, kan men door vermindering van de versterking voor die frequentie, microfonie zeer afdoende onderdrukken.
De gloeidraad van de DK 92 is ongeveer in het midden ondersteund; aldus wordt, behalve een zeer effectieve demping, bereikt dat de resonantiefrequentie opgeschoven wordt naar een gebied waar de L.F. versterking van de ontvanger toch al klein is.
De DK 92 heeft op het eerste rooster slechts een lage oscillatorspanning nodig, wat speciaal op de kortegolf van groot voordeel is; behalve dat, is de steilheid tussen het eerste en het tweede rooster, die samen de oscillatorsectie vormen, hoog, namelijk 0,9 mA/V bij een voedingsspanning van 90 V, en 0,8 mA/V bij een voedingsspanning van 67,5 V. Daardoor kunnen voor de kortegolfband normale oscillatorspoelen worden gebruikt, terwijl de straling van de oscillator bijzonder gering is. Dank zij het feit dat de oscillatorspanning maar laag behoeft te zijn (4 Veff), is de totale stroom die aan de anodespanningsbatterij wordt onttrokken slechts 2,5 mA, met inbegrip van de stroom opgenomen door het, als oscillatoranode fungerende, tweede rooster, die 1,6 mA bedraagt bij een spanning van Vg2 = 30 V. Het is hoofdzakelijk te danken aan het feit dat op het eerste rooster maar een lage oscillatorspanning nodig is om de optimale conversiesteilheid te bereiken, dat met een zo lage voedingsstroom kan worden volstaan. Dit is bereikt door dit rooster zeer fijnmazig te maken. Bij gegeven kringconstanten is de aan de oscillatoranode (g_2) toe te voeren gelijkstroom evenredig met de oscillatorspanning die het eerste rooster moet hebben. Dit kan als volgt worden verklaard:
Wanneer de verhouding tussen de piekwaarde van de grondgolf en de gelijkstroomcomponent van de anodestroom η wordt genoemd, dan is

$$\eta = \frac{I_a \sim}{I_a} = \frac{S_{eff}\ V_{g\ osc}}{I_a}\ ;$$

hierin is S_{eff} de effectieve steilheid, en $V_{g\ osc}$ is de piekwaarde van de oscillatorspanning op het eerste rooster. De oscillatorkring voldoet nu aan de volgende voorwaarde:

$$S_{eff}\ t\ Z = -1,$$

waarin t de spanningsverhouding tussen de terugkoppelspoel en de afgestemde kring voorstelt, terwijl Z de impedantie van de afgestemde kring is.
Dus:

$$Ia = \frac{V_{g\ osc}}{\eta\ t\ Z}\ .$$

Bij de gunstige oscillatorspanning van 4 V_{eff} (dat is 5,6 V piekwaarde) neemt η een waarde aan van ongeveer 1,4, terwijl op het kortegolfbereik Z een minimumwaarde van ongeveer 3,5 k Ω heeft, wat overeenkomt met een terugkoppelverhouding $t = 0{,}7$. De gemiddelde anodestroom is dan:

$$Ia = \frac{4 \times 1{,}4}{1{,}4 \times 0{,}7 \times 3{,}5 \times 10^3} = 1{,}6 \text{ mA.}$$

Als voor de gunstige conversiesteilheid een oscillatorspanning van 8 V nodig zou zijn geweest, dan zou de anodestroom van de oscillator tweemaal deze waarde, dus 3,2 mA, bedragen.

Als in een batterijontvanger de voedingsspanning door uitputting van de batterij tot een zeer lage waarde daalt, is er kans op dat de buis niet meer oscilleert, met het gevolg dat alle ontvangst onmogelijk wordt. De DK 92 is zó ontworpen, dat de werking van de oscillatorsectie bij onderspanning zeer goed blijft. De gelijkspanning op g_2 mag aanzienlijk lager zijn dan de voedingsspanning, zodat een serieweerstand van tamelijk hoge waarde kan worden gebruikt, namelijk 33 k Ω bij een batterijspanning van 90 V, waardoor het effect van dalende spanning sterk wordt verminderd. In een ontvanger die is ontworpen voor voedingsspanningen van 90 en 1,4 V, werkt de oscillator nog bevredigend als de hoogspanning tot 65 V en de gloeispanning tot 1,1 V zijn gedaald.

In uitzonderlijke omstandigheden waarin spoelen van slechte kwaliteit worden gebruikt, zodat de afgestemde kring een lage impedantie heeft, kan de oscillatorwerking worden verbeterd ten koste van een hoger stroomverbruik, door de oscillatorspanning tot 45 V te verhogen. Het stroomverbruik van de buis neemt dan toe tot ongeveer 4 mA, wat de als maximum toelaatbare katodestroom is. Het behoeft geen betoog dat het beter is niet zo ver te gaan.

Gebruik van de DK 92

Daar voor het gebruik van een zelfoscillerende mengbuis de oscillatorwerking van primair belang is, behoeft over de werking van de rest van de buis weinig te worden geschreven.

Het schermrooster van de DK 92 moet bij voorkeur een spanning van 65 V hebben, want deze waarde geeft, in combinatie met de voorgeschreven oscillatorspanning, de gunstigste mengsteilheid. In een ontvanger met een plaatspanning van 45 V, is de gunstige schermroosterspanning uiteraard niet beschikbaar, en het is duidelijk dat de buis dan met een iets lagere mengsteilheid werkt. Bij een anode-voedingsspanning van 90 V kan de gewenste schermroosterspanning worden verkregen van een aftakking op de batterij, of door het schermrooster via een ontkoppelde serieweerstand aan de plus hoogspanning te verbinden. Dit laatste geniet de voorkeur, want bij verminderde batterijspanning is er dan enige compensatie voor het verlies aan mengsteilheid veroorzaakt door de spanningsdaling.

In tegenstelling tot de gebruikelijke mengbuizen voor uit het lichtnet gevoede apparaten, als de ECH 42, werkt de DK 92 met een enkele electronenstroom,

die eerst, door middel van g_1, wordt gemoduleerd met de oscillatorspanning, en dan met het inkomende signaal op g_3. De eerste twee roosters vormen samen met de gloeidraad het oscillatorgedeelte, en het zal duidelijk zijn, dat de electronenstroom in het andere deel van de buis wordt beïnvloed door de wisselspanningen van deze beide roosters. In een oscillator zijn de wisselspanningen aan rooster en anode in tegenfaze, zodat de invloed van het eerste rooster op de electronenstroom wordt tegengewerkt door die van het tweede rooster, dat als oscillatoranode fungeert. Daar het eerste rooster een veel grotere invloed heeft dan het tweede, veroorzaakt dit niet een sterk demodulerend effect, doch om een grotere mengsteilheid te krijgen, moet de wisselspanning op het tweede rooster toch laag worden gehouden. Daarom moet de afgestemde kring worden verbonden met het eerste rooster, en de terugkoppelspoel, die een veel kleiner aantal windingen heeft, met het tweede. Bij een oscillatorspanning van 4 V_{eff} op het eerste rooster, en een spoelcombinatie met een spanningsverhouding tussen terugkoppelspoel en afstemspoel van 0,7, veroorzaakt het demodulerende effect van g_2 een vermindering van mengsteilheid die kleiner is dan 2 %, vergeleken met het geval waarin het tweede rooster capacitief is geaard.

Daar het niet goed te bepalen valt met welke spoelcombinaties en met welke koppelingsfactor de DK 92 zal worden gebruikt, zijn in de buisgegevens de waarden van de mengsteilheid gegeven voor 0 V wisselspanning op het tweede rooster. Zoals uit het bovenstaande blijkt, zal de werkelijke mengsteilheid bij gebruik van normale spoelen maar weinig van de gepubliceerde waarde afwijken.

De afgestemde roosterkring biedt ook nog het voordeel dat veranderingen in de koppeling tussen de oscillator- en de ingangskring klein blijven. De koppeling tussen de oscillatorsectie en de ingangskring wordt gedeeltelijk bepaald door de capaciteit tussen het tweede rooster en het signaalrooster. Als er een kleine oscillatorspanning op het tweede rooster aanwezig is, is de bijdrage van de bovengenoemde capacitieve koppeling tot de totale koppeling tussen het oscillatordeel en het signaalrooster gering, zodat de variatie in deze koppeling ook klein blijft als, ten gevolge van verandering in spanningsoverdracht, de oscillatorspanning op het tweede rooster verandert met de frequentie.

De terugkoppelwinding kan zowel in serie als parallel worden gevoed. Serievoeding geeft de beste resultaten op kortegolf, daar op deze wijze de beste oscillatorexcitatie en een betere hoogfrequentiewerking worden verkregen dan bij parallelvoeding. Bovendien zou bij lage voedingsspanning, bij voorbeeld 45 V, de shuntweerstand over de terugkoppelwinding een lage waarde moeten hebben, waardoor de oscillatorkring sterk gedempt zou worden. Parallelvoeding kan op lange- en middengolf zeer goed worden gebruikt; zij biedt het voordeel dat over het hele golfbereik minder verandering in roosterstroom optreedt dan bij serievoeding. Daar evenwel in een ontvanger met drie golfbereiken het overschakelen van serie- op parallelvoeding een

betrekkelijk groot aantal schakelcontacten vereist, zal over het algemeen voor al de golfbereiken serievoeding worden verkozen.

Om de gunstige oscillatorwerking te verkrijgen, moet de lekweerstand worden verbonden met de positieve kant van de gloeidraad.

Hoewel het oscillatorgedeelte van de DK 92 beter is dan dat van overeenkomstige 1,4 V batterijbuizen, is het toch aan te bevelen het inductieëffect op het kortegolfbereik te neutraliseren, niet alleen om de invloed van verandering van de ingangskringinpedantie op de oscillatorfrequentie (meetrekken) te verminderen, maar ook om de invloed van de automatische gevoeligheidsregeling op de oscillatorfrequentie (frequentieverschuiving) tegen te gaan. Wanneer een neutraliseercondensatortje van 1,5 of 2 pF tussen het eerste en het derde rooster wordt geschakeld, kan de DK 92 tot op frequenties van 30 MHz (10 m) worden gebruikt. In het normale kortegolfbereik van 20 MHz tot 6 MHz (15 tot 50 m) kan dan zonder nadelige invloed A.G.R. worden toegepast.
De verschijnselen die samenhangen met de koppeling tussen de oscillatorsectie en de ingangskringen, en die bij elke mengbuis worden waargenomen, zijn van voldoende belang om enigszins uitvoerig te worden behandeld.
Koppeling tussen de oscillator en de ingangskring wordt veroorzaakt door verscheidene buis- en bedradingscapaciteiten, en door het inductieëffect, dat kan worden voorgesteld als een eenzijdige negatieve capaciteit tussen het eerste en het derde rooster. In fig. 2 is deze koppeling schematisch weergegeven. Hierin zijn $C_{1,3}$ en $C_{2,3}$ de normale koppelcapaciteiten, die gedeeltelijk uit de bedradingscapaciteit bestaan; de capaciteit C_{ind} stelt het inductieëffect voor. Dit wordt veroorzaakt door een laag electronen tussen het tweede en het derde rooster, waarvan de dichtheid gemoduleerd is door de oscillatorspanning op het eerste rooster. De variaties in dichtheid induceren stromen in de ingangskring; de faze en de amplitude van deze stromen zijn zodanig alsof er een negatieve capaciteit tussen het eerste en het derde rooster was. Deze capaciteit is slechts in één richting aanwezig, omdat de spanning op het derde rooster nauwelijks invloed heeft op de ruimtelading rond de katode, terwijl het modulerende effect dat de spanning op het derde rooster heeft op de ruimtelading tussen het tweede en het derde rooster, maar van uiterst geringe invloed op het eerste rooster is.

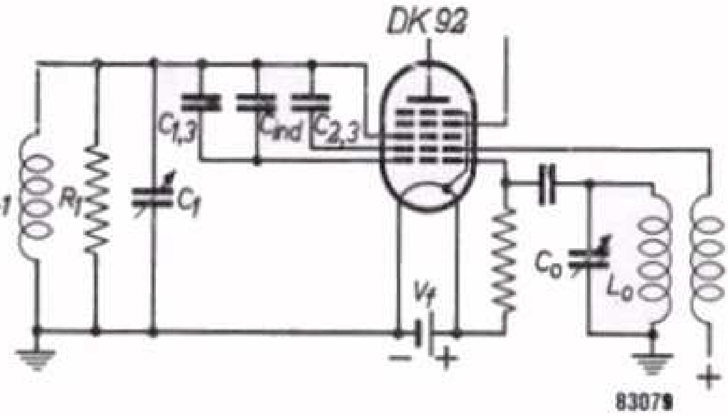


Fig. 2
Voorstelling van de capacitieve koppelingen tussen de oscillator- en de ingangskring.

De totale koppelcapaciteit tussen de oscillator- en de ingangskring kan worden voorgesteld door een equivalente capaciteit:

$$C_{eq} = C_{1,3} + C_{2,3} \,.\, t + C_{ind}.$$

In deze vorm is t de verhouding tussen de wisselspanningen op het tweede en het eerste rooster. De eerste term van het rechtse lid is positief, maar omdat de terugkoppeling t negatief moet zijn, zijn de beide volgende termen negatief. In de practijk blijken de negatieve termen te overheersen, en dus neemt de totale koppelcapaciteit tussen het eerste en het derde rooster de vorm aan van een negatieve capaciteit.

De aanwezigheid van deze capaciteit beïnvloedt het algemene gedrag van de mengschakeling in het bijzonder op hoge frequenties. In de eerste plaats komt een deel van de oscillatorspanning op het derde rooster, en veroorzaakt straling; bovendien wordt het trimmen van de ontvanger een moeilijk werk door het meetrekken. De oscillatorspanning geïnduceerd in de ingangskring is evenredig met C_{eq} en met de impedantie van de ingangskring. Het kan worden aangetoond, dat de geïnduceerde spanning ruwweg genomen evenredig is met de derde macht van de signaalfrequentie. Bovendien neemt de geïnduceerde spanning toe als de resonantiefrequentie van de ingangskring de oscillatorfrequentie nadert. Aangenomen dat de ingangskring correct is afgestemd, dan is de oscillatorspanning op het derde rooster omgekeerd evenredig met de middenfrequentie.

Op midden- en langegolf geeft de bovenbesproken koppeling geen aanleiding tot enige moeilijkheid, maar op kortegolf kunnen straling, frequentieverschuiving en teruggang van de effectieve kwaliteitsfactor van de oscillatorkring worden veroorzaakt. De beide laatste effecten zijn te wijten respectievelijk aan het reactieve en het ohmse deel van de impedantie die wordt gevormd door de serieschakeling van C_{eq} en de ingangskring. In extreme gevallen, waarin de resonantiefrequentie van de koppelcapaciteit samen met de ingangskring de oscillatorfrequentie nadert, kan de frequentieverschuiving van de oscillator zeer groot worden, en kan deze zelfs afslaan. Al deze effecten kunnen door het nemen van de volgende maatregelen worden verminderd:

a) De middenfrequentie moet hoog worden gekozen, om een grote afstand tussen de resonantiefrequenties van de oscillator en de ingangskring te krijgen. In verband hiermee is een middenfrequentie in de buurt van 450 kHz aan te bevelen.

b) De padding moet zorgvuldig worden gekozen; grote afwijkingen in de paddingkromme kunnen de gunstige invloed van een hoge middenfrequentie teniet doen.

c) Wanneer de koppelcapaciteit en de ingangskring in serieresonantie met de oscillatorkring komen, is de paralleldemping getransformeerd naar de oscillatorkring omgekeerd evenredig met de kwaliteitsfactor van de ingangskring. Het is daarom aanbevelenswaardig deze kwaliteitsfactor

(Q) van de ingangskring zo laag te houden als verenigbaar is met voldoende preselectie en versterking.

d) De effectieve negatieve capaciteit tussen het eerste en het derde rooster kan worden gecompenseerd door een normale positieve capaciteit tussen deze beide roosters te verbinden.

Hoewel het onuitvoerbaar is over het hele kortegolfbereik volmaakte compensatie te krijgen, is de vermindering in meetrekken en straling, bereikt door capacitieve neutralisatie, in practische schakelingen absoluut voldoende. Dat ideale compensatie in de practijk onbereikbaar is, kan als volgt worden verklaard: De plaatsing van de negatieve ruimtelading tussen het tweede en het derde rooster is afhankelijk van de potentialen van g_2 en g_4, en daarom ook van de oscillatorspanning, omdat in de gangbare schakeling, waarin g_2 over een serieweerstand wordt gevoed, de automatische negatieve spanning van het eerste rooster het gemiddelde potentiaal van het tweede beinvloedt. Compensatie is daarom alleen mogelijk voor een bepaalde combinatie van instellingen. Bovendien kan de koppeling, ten gevolge van looptijdeffecten en het feit dat de spanningen aan g_1 en g_2 niet nauwkeurig in tegenfaze zijn, niet helemaal worden voorgesteld als een equivalente negatieve capaciteit voor frequenties boven 20 MHz. Op hoge frequenties neemt de koppeling de vorm aan van een combinatie van capaciteit en weerstand, zodat een ideale compensatie alleen kan worden verkregen met een overeenkomstige combinatie van weerstand en capaciteit, waarin de waarde van de weerstand alleen voor een enkele frequentie correct kan zijn. Het is evenwel gebleken, dat een zuiver capacitieve compensatie tot op frequenties van 30 MHz voldoende effectief is.

De resultaten van metingen betreffend de straling en het meetrekken, uitgevoerd aan de mengbuis DK 92 op kortegolf, worden in dit hoofdstuk gegeven. Men kan daaruit zien dat deze buis in dit gebied zeer goede resultaten geeft, en hieruit is te concluderen, dat deze op langere golven nog aanzienlijk beter moeten zijn.

Practische schakeling

Een schema voor de beide kortegolfbereiken, namelijk van 30 MHz tot 9 MHz (10—34 m) en van 10 MHz tot 3,3 MHz (30—90 m), is in fig. 3 afgebeeld. De toevoeging van een midden- en een langegolfbereik biedt niet de minste moeilijkheden, zodat deze bereiken terwille van de overzichtelijkheid zijn weggelaten.

De koppeling tussen de oscillator- en de ingangskring is gecompenseerd door een klein keramisch condensatortje van 1,5 pF, verbonden tussen het eerste en het derde rooster. In het gebied van 3—9 MHz zijn verscheidene maatregelen getroffen om een constante oscillatorspanning over het gehele bereik te krijgen. De oscillatorspoelen zijn uitgevoerd met poederijzerkernen, zodat de kwaliteitsfactor afneemt met toenemende frequentie. Hiermee is voorkomen, dat de oscillatorspanning toeneemt aan het bovenste deel van het

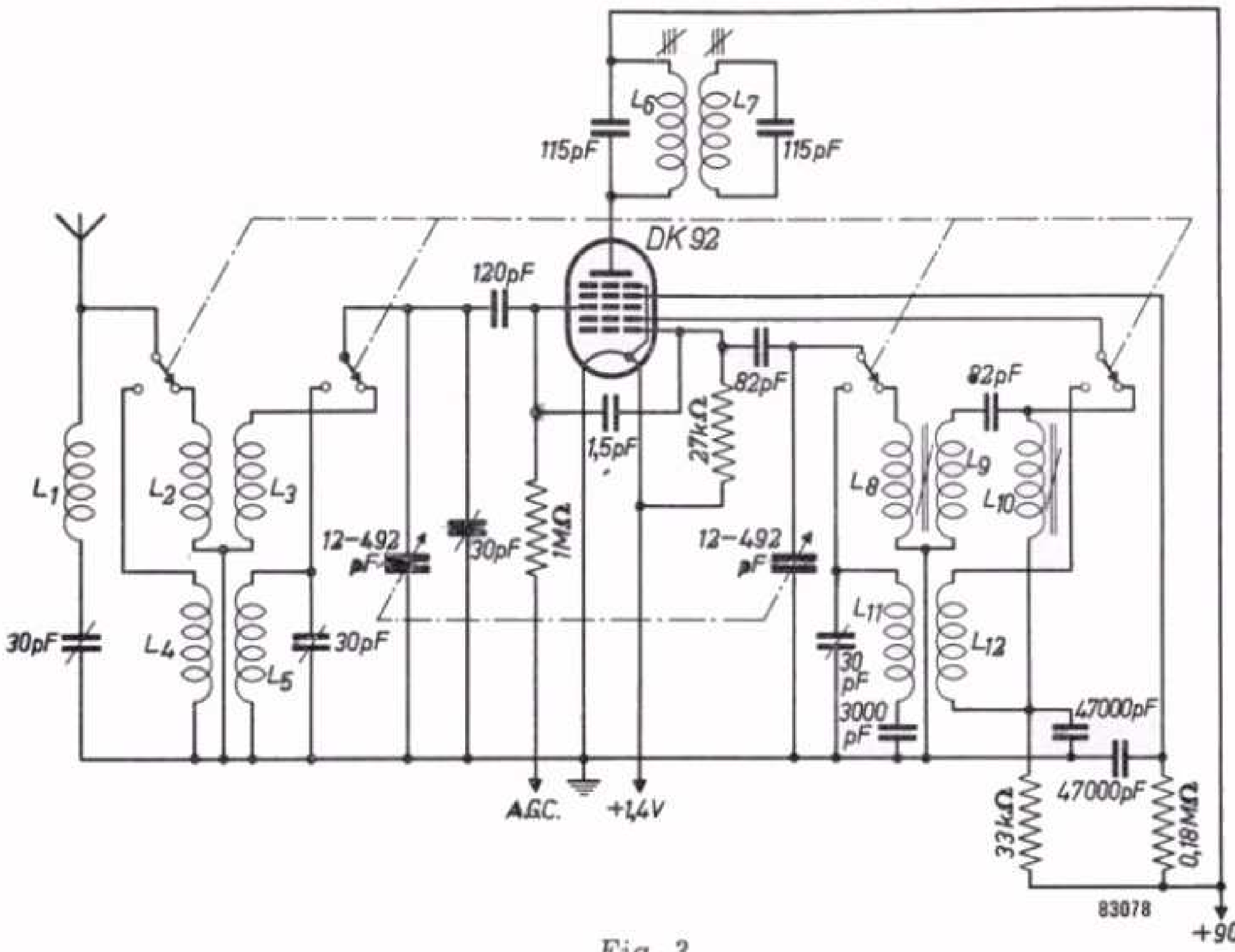


Fig. 3
Mengschakeling voor het frequentiebereik 30—9 MHz (10—30 m) en voor 10—3,3 MHz (30—90 m). In het bereik van 30—9 MHz moet de AGR worden uitgeschakeld.

frequentiebereik. Bovendien is een opjaagspoel L_{10} in de schakeling opgenomen, om de terugkoppeling voor de lagere frequenties sterker te maken; de resonantiefrequentie van L_9 en L_{10} met de condensator van 82 pF is ongeveer 8 MHz (38 m).

Fig. 4 is een grafische voorstelling van de stroom door de oscillator-lekweerstand van 27 kΩ in het gebied tussen 30 en 9 MHz, zowel voor nominale gloei- en anodespanningen als voor verlaagde voedingsspanningen. Het blijkt dat de stroom door de lekweerstand vrij constant is over het gehele frequentiebereik. In fig. 5 zijn overeenkomstige grafieken uitgezet voor het bereik van 10—3,3 MHz.

De straling van de oscillator en het meetrekken geven de grootste kans op moeilijkheden in het gebied van 30—9 MHz. De compensatiecondensator is daarom ingesteld voor kleinste straling in het bovenste deel van de frequentieband; het meetrekken is dan ook tot het minimum teruggebracht.

Fig. 6 geeft de stralingsspanning, gemeten aan de antenneaansluiting en uitgezet tegen de frequentie; bij deze meting waren de aansluitingen van antenne en aarde overbrugd met een weerstand van 400 Ω. In fig. 7 is het effect van meetrekken uitgezet tegen de capaciteitsvariatie van de ingangs-

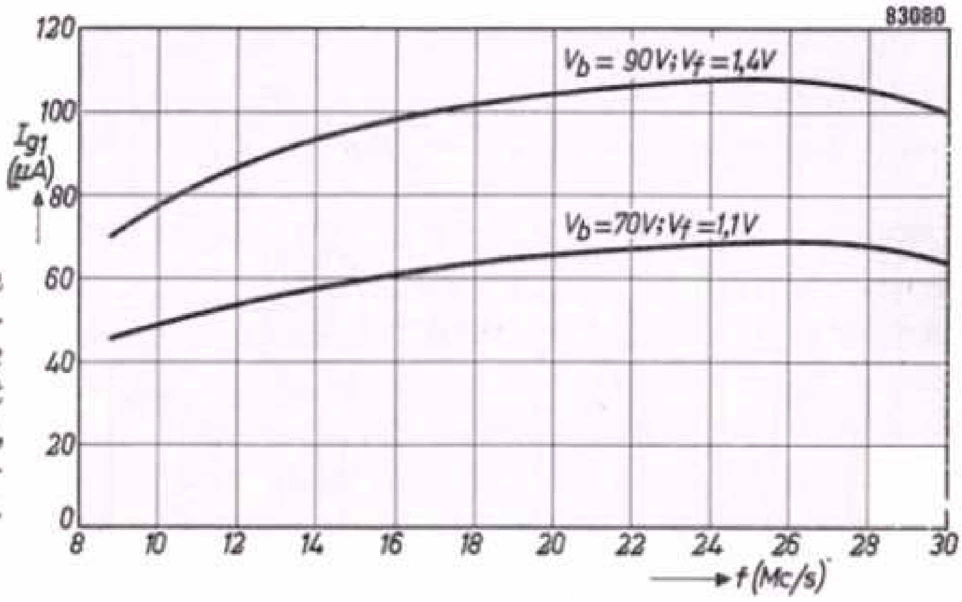


Fig. 4
De roosterstroom I_{g1} in de oscillator lekweerstand als functie van de frequentie f voor het bereik van 30—9 MHz, bij nominale en verlaagde voedingsspanningen.

kring, bij een oscillatorfrequentie van 30 MHz; deze grafiek geldt voor het geval dat de compensatiecondensator is aangebracht.

Bij nominale voedingsspanningen is de mengversterking van de DK 92 bij 30 MHz, gemeten tussen het signaalrooster en de secundaire wikkeling van de M.F. transformator, 45-voudig. De opslingering in de antennekring is 1,2, zodat de versterking, gemeten tussen de antenne en de secundaire van de M.F. transformator, 54 is. Deze versterking is vrijwel constant over het gehele bereik van 30—9 MHz. Bij 7 MHz in het bereik van 10—3,3 MHz is de totale versterking 60-voudig.

Ten slotte moet nog worden opgemerkt dat het is aan te bevelen de spoelen die in een bepaald bereik niet worden gebruikt, kort te sluiten. In het bereik van 30—9 MHz, bij voorbeeld, moeten de spoelen L_4L_5 en $L_{11}L_{12}$ worden kortgesloten door de schakelaar. Dit is noodzakelijk omdat capacitieve koppeling via de schakelcontacten aanleiding kan geven tot een aanzienlijke daling van de oscillatorspanning op een frequentie waarop de serieschakeling van de

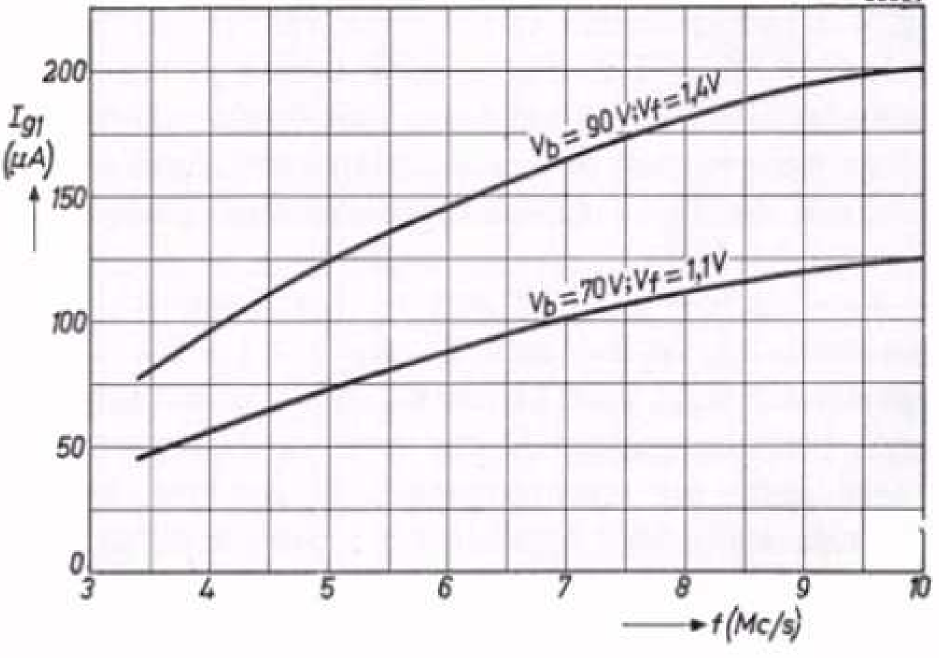


Fig. 5
Als fig. 4, maar voor het bereik van 10—3,3 MHz.

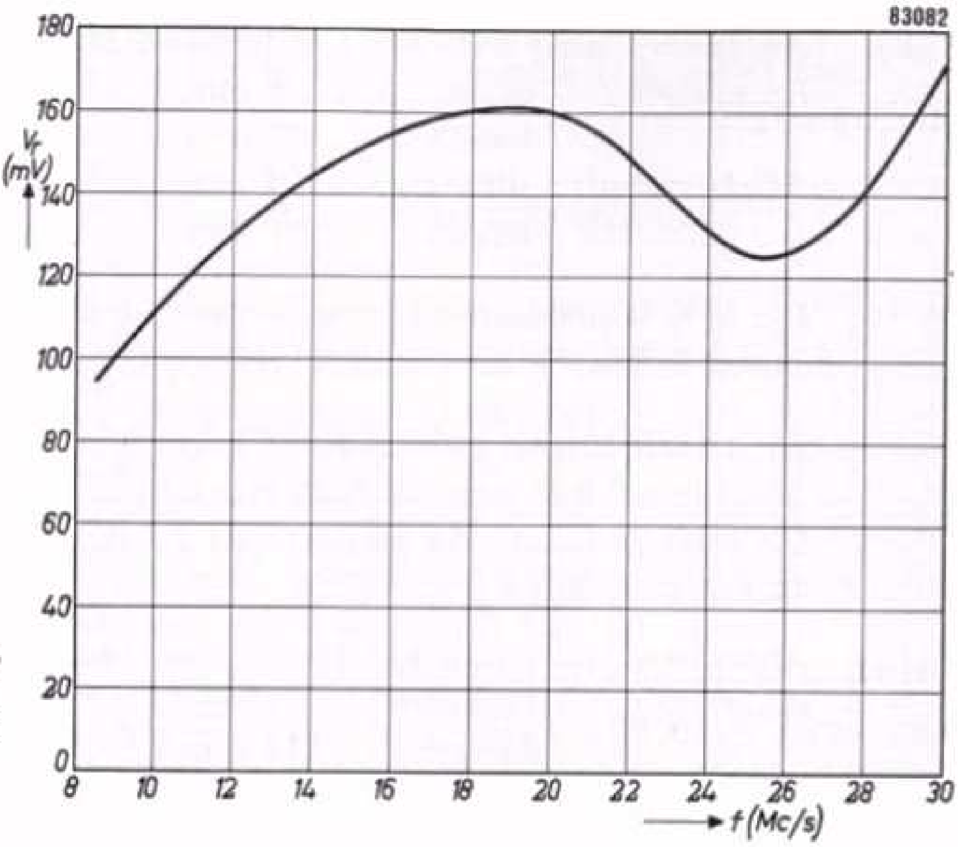


Fig. 6
Stralingsspanning aan de antenneklemmen, als functie van de frequentie.

schakelaarcapaciteit en de daarmee verbonden spoel toevalligerwijze in resonantie is met de spoelen van het andere bereik.

De in het schema van fig. 3 gebruikte spoelen hebben de volgende waarden:

L_1 M.F. zuigfilter voor 452 kHz
Zelfinductie 5 mH
Kwaliteitsfactor Q = 125
Eigencapaciteit 2,5 pF

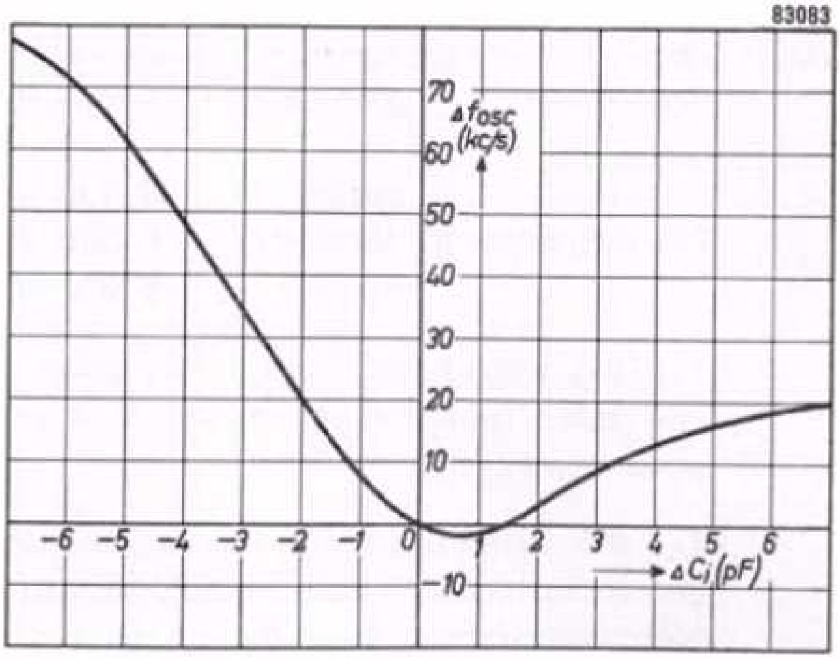


Fig. 7
Het effect van meetrekken van de oscillatorfrequentie als functie van de capaciteitsvariatie in de ingangskring, bij een oscillatorfrequentie van 30 MHz.

L_2L_3 Antennespoelen voor het bereik 30—9 MHz

Spoelvorm:	diameter	9 mm
	lengte	50 mm
Afschermbuis:	diameter	27 mm
	lengte	55 mm

L_2: 19¼ windingen 0,1 mm geëmailleerd koperdraad; kruiswikkeling breed 3 mm; zelfinductie 4 μH.

L_3: 10 windingen geëmailleerd koperdraad 0,5 mm, gewikkeld in één laag, spoed 0,65 mm; zelfinductie 0,67 μH.
De afstand tussen de einden van L_2 en L_3 is 1 mm; de koppelingsfactor $k = 0{,}185$.

L_4L_5 Antennespoelen voor het bereik van 10—3,3 MHz

Spoelvorm:	diameter	8 mm
	lengte	30 mm

L_4: 82½ windingen 0,1 mm geëmailleerd koperdraad; kruiswikkeling breed 2 mm; zelfinductie 75 μH.

L_5: 31½ windingen litsdraad van 12 x 0,04 mm, in één laag gewonden met een spoed van 0,27 mm; zelfinductie 4,7 μH.
Afstand tussen de einden van L_4 en L_5: 1 mm.
De koppelingsfactor $k = 0{,}185$.
Deze spoel is niet voorzien van een afschermbus; de spoelvorm heeft soldeerlippen, waarmee de spoel in de bedrading is opgenomen.

L_6L_7 Middenfrequentietransformator voor 452 kHz. De kwaliteitsfactor $Q = 145$ bij 452 kHz (zonder extra demping).
De koppeling KQ = 1,05 (zonder extra demping).

L_8L_9 Oscillatorspoelen voor het bereik van 30—9 MHz

Spoelvorm:	diameter	7 mm (binnenkant voorzien van schroefdraad)
	lengte	22 mm
Poederijzerkern:	diameter	6 mm (met schroefdraad)
	lengte	6 mm

L_8: 10½ windingen van 0,3 mm geëmailleerd koperdraad, in één laag gewonden met een spoed van 0,75 mm; zelfinductie 0,64 μH (met poederijzerkern).

L_9: 9½ windingen 0,3 mm geëmailleerd koperdraad, in één laag gewonden tussen de wikkelingen van L_8.
Koppelingsfactor $k = 0{,}8$.

L_{10} Opjaagspoel voor het bereik van 30—9 MHz

Spoelvorm:	diameter	7 mm	(binnenkant voorzien van schroefdraad)
	lengte	22 mm	
Poederijzerkern:	diameter	6 mm	(met schroefdraad)
	lengte	6 mm	

30½ windingen van 0,3 mm geëmailleerd koperdraad, in één laag gewonden met een spoed van 0,65 mm; zelfinductie 4,5 μH.

$L_{11}L_{12}$ Oscillatorspoelen voor het bereik van 10—3,3 MHz

Spoelvorm:	lengte	30 mm
	diameter	8 mm

L_{11}: 28 windingen van 0,2 mm geëmailleerd koperdraad, in één laag gewonden, spoed 0,66 mm; zelfinductie 4,2 μH.

L_{12}: 12 windingen van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad, in één laag ongespatieerd gewonden, over de onderkant van L_{11}; dikte van de papier isolatie tussen de beide spoelen 0,1 mm.
Spanningsverhouding $L_{12}/L_{11} = 1/2{,}25$.
Voor deze spoel is geen afschermbus gebruikt; de spoelvorm is voorzien van soldeerlippen voor het opnemen in de bedrading.

GEGEVENS VAN DE MENGBUIS DK 92

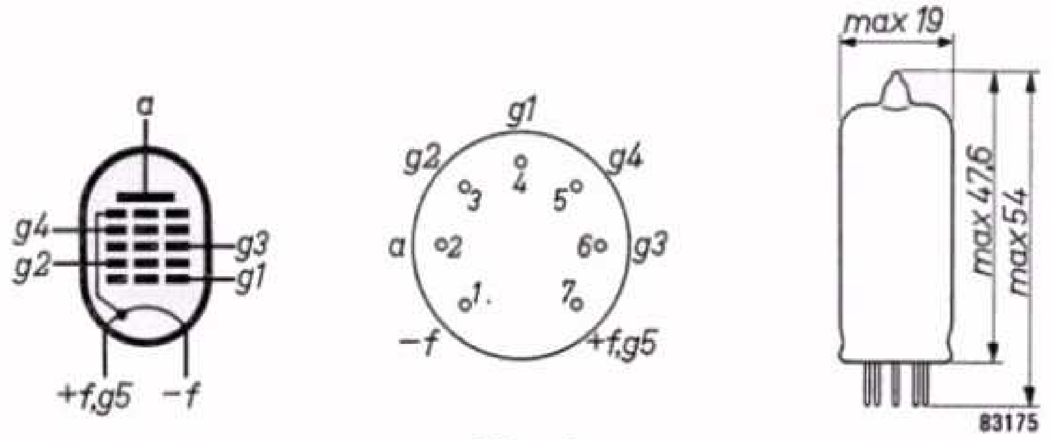


Fig. 8
Electrodenschema, aansluitingen en afmetingen in mm, van de mengbuis DK 92.

Gloeidraadgegevens

Direct door batterij, gelijkstroom of gelijkgerichte wisselstroom verhitte gloeidraad; serie- of parallelvoeding

Parallelvoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,4	V
Gloeistroom	I_f	=	0,05	A

Serievoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,3	V

Capaciteiten

Uitgangscapaciteit	C_a	=	8,4	pF
Ingangscapaciteit	C_{g3}	=	7,5	pF
Ingangscapaciteit van het oscillatorgedeelte	C_{g1}	=	3,9	pF
Uitgangscapaciteit van het oscillatorgedeelte	C_{g2}	=	4,8	pF
Capaciteit tussen anode en stuurrooster	C_{ag3}	<	0,36	pF
Capaciteit tussen anode en oscillatoranode	C_{ag2}	<	0,3	pF
Capaciteit tussen anode en oscillatorrooster	C_{ag1}	<	0,11	pF
Capaciteit tussen oscillatorrooster en stuurrooster	C_{g1g3}	<	0,2	pF
Capaciteit tussen oscillatorrooster en anode	C_{g1g2}	=	3,0	pF
Capaciteit tussen oscillatoranode en stuurrooster	C_{g2g3}	=	1,6	pF

Instelgegevens (met afzonderlijke excitatie)

Anode- en voedingsspanning	$V_a = V_b$	=	41	63,5	85	V
Schermroosterspanning	V_{g4}	=	41	63,5	30	V
Stuurroosterspanning	V_{g3}	=	0	0	0	V
Gelijkspanning op tweede rooster	V_{g2}	=	29	30	60	V
Oscillatorspanning op eerste rooster	V_{osc}	=	2,5	4	4	V_{eff}
Schermroosterweerstand	R_{g4}	=	0	0	180	kΩ

Serieweerstand voor oscillatoranode	R_{g2}	=	6,8	22	33 kΩ
Lekweerstand oscillatorrooster	R_{g1}	=	27	27	27 kΩ[1])
Anodestroom	I_a	=	0,25	0,70	0,65 mA
Schermroosterstroom	I_{g4}	=	0,09	0,15	0,14 mA
Oscillator-anodestroom	I_{g2}	=	1,75	1,55	1,65 mA
Oscillator-roosterstroom	I_{g1}	=	80	130	130 μA
Conversiesteilheid	S_c	=	180	300	325 μA/V
Stuurroosterspanning voor $S_c' = 1/100\ S_c$	V_{g3}	=	—2,9	—4	—6 V
Inwendige weerstand (V_{g3} = 0 V)	R_i	=	0,75	0,9	1,0 MΩ
Equivalente ruisweerstand	R_{eq}	=	115	120	100 kΩ

Karakteristieke gegevens van het oscillatorgedeelte

Anodespanning	V_a	=	41	63,5	85 V
Schermroosterspanning	V_{g4}	=	41	63,5	60 V
Stuurroosterspanning	V_{g3}	=	0	0	0 V
Oscillator-anodespanning	V_{g2}	=	29	30	30 V
Oscillator-anodestroom	I_{g2}	=	3	2,2	2,5 mA
Steilheid tussen g_2 en g_1	S_{g2g1}	=	1,1	0,8	0,9 mA/V
Versterkingsfactor tussen g_2 en g_1	μ_{g2g1}	=	9	7,5	7,5

Grensgegevens

Voedingsgegevens	V_b	max.	120 V[2])
Anodespanning	V_a	max.	90 V
Anodedissipatie	W_a	max.	0,2 W
Schermroosterspanning	V_{g4}	max.	90 V
Schermroosterdissipatie	W_{g4}	max.	0,1 W
Spanning op oscillatoranode	V_{g2}	max.	60 V
Dissipatie van oscillatoranode	W_{g2}	max.	0,2 W
Katodestroom	I_k	max.	4 mA
Uitwendige weerstand tussen stuurrooster en gloeidraad	R_{g3}	max.	3 MΩ
Beginpunt van roosterstroom (I_{g1} = + 0,3 μA)	V_{g1}	max.	—0,2 V

N.B. De voedingsspanningen zijn gebaseerd op batterijspanningen van respectievelijk 45, 67,5 en 90 V, waarbij rekening is gehouden met de spanningsval over de weerstand voor de negatieve roosterspanning van de eindbuis.
De instelgegevens zijn opgegeven voor afzonderlijke excitatie; normaal zal de DK 92 worden gebruikt als zelfoscillerende mengbuis; de conversiesteilheid zal dan enkele procenten lager zijn dan de opgegeven waarden.

1) Verbonden met + f.

2) Absolute waarde 140 V.

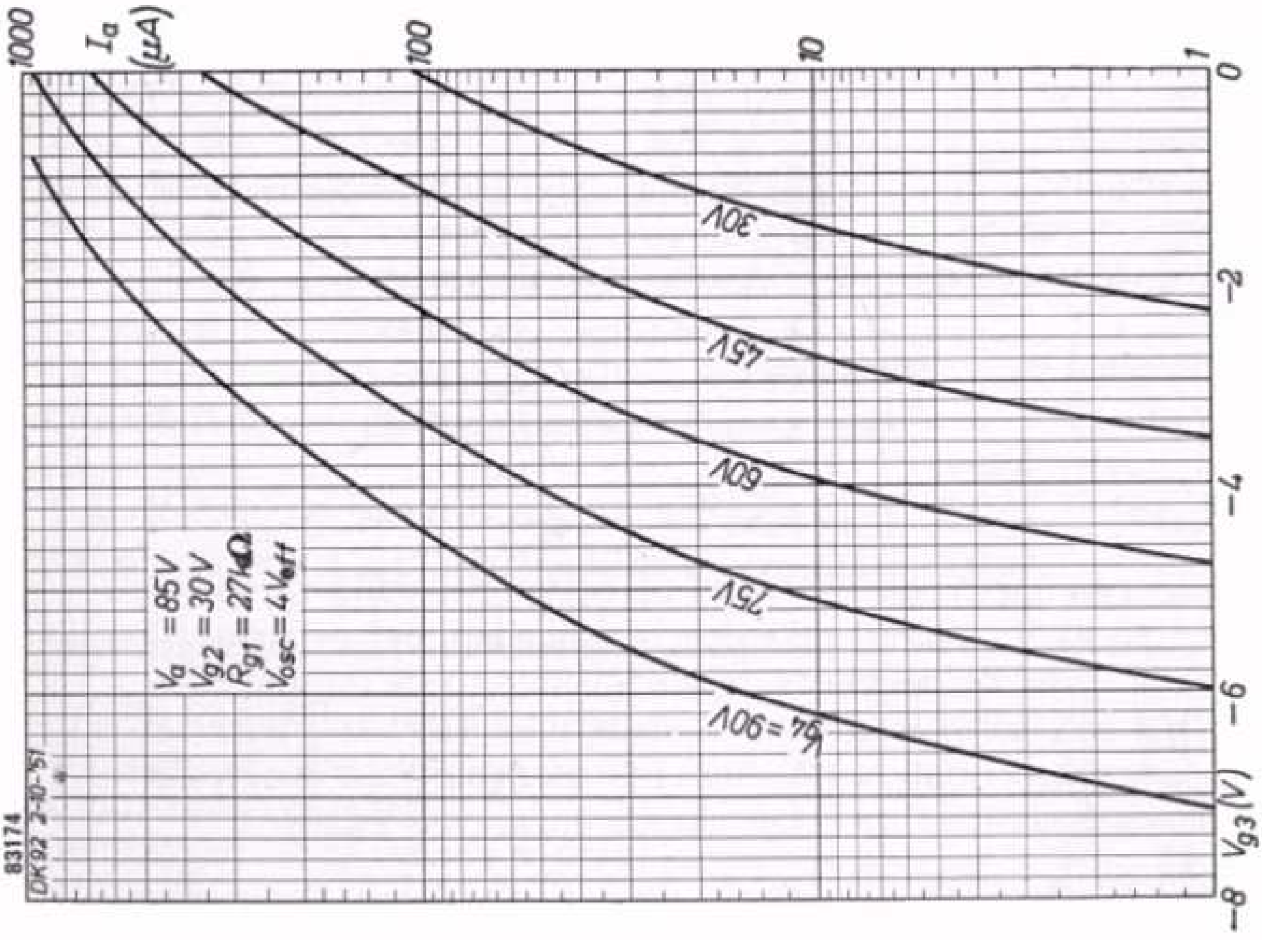


Fig. 9
Anodestroom als functie van de stuurroosterspanning, voor verscheidene schermroosterspanningen, bij een anodespanning van 85 V.

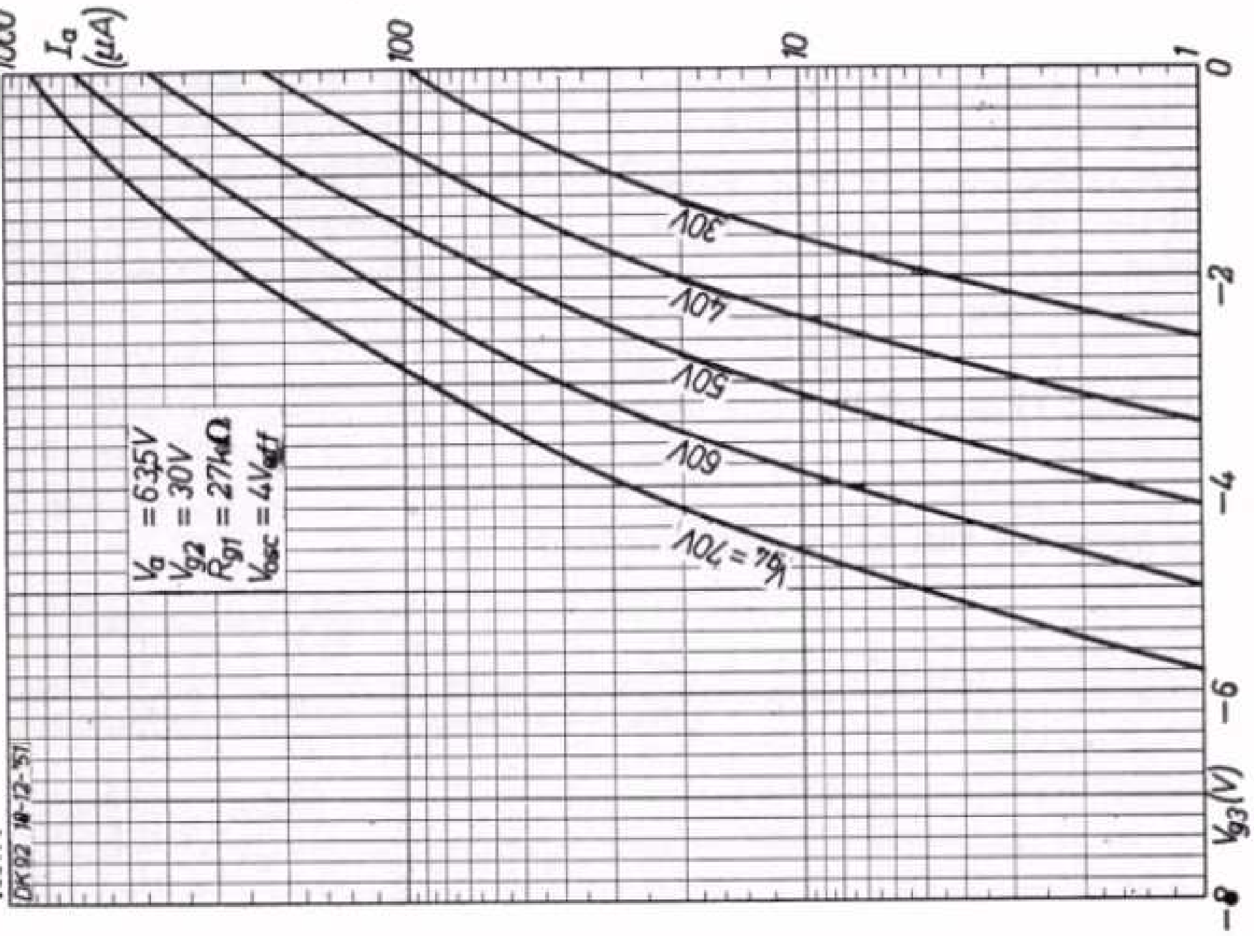


Fig. 10
Als fig. 9, doch bij een anodespanning van 63,5 V.

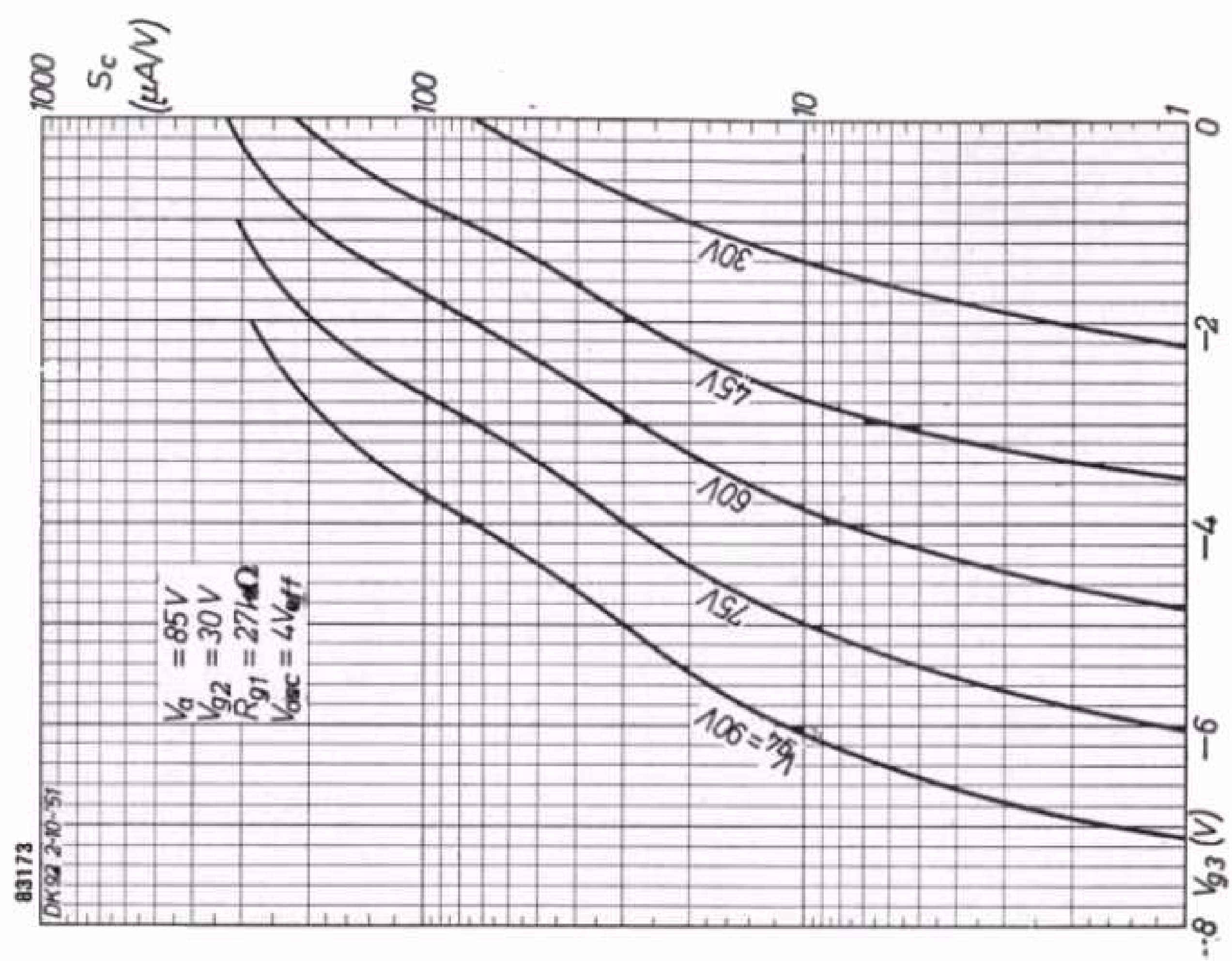


Fig. 12
Mengsteilheid als functie van de stuurroosterspanning, bij verscheidene schermroosterspanningen en bij een anodespanning van 85 V.

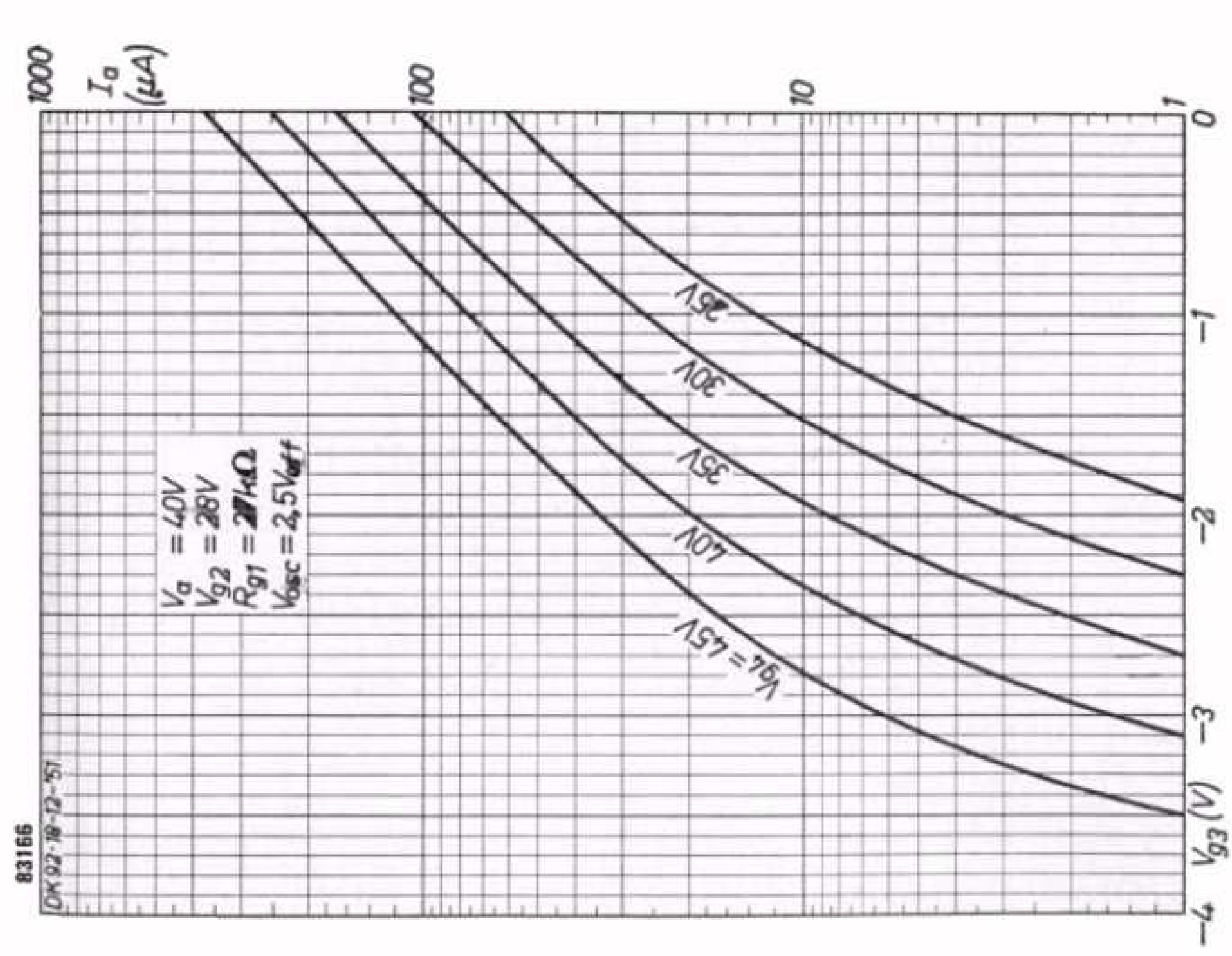


Fig. 11
Als fig. 9, doch bij een anodespanning van 40 V.

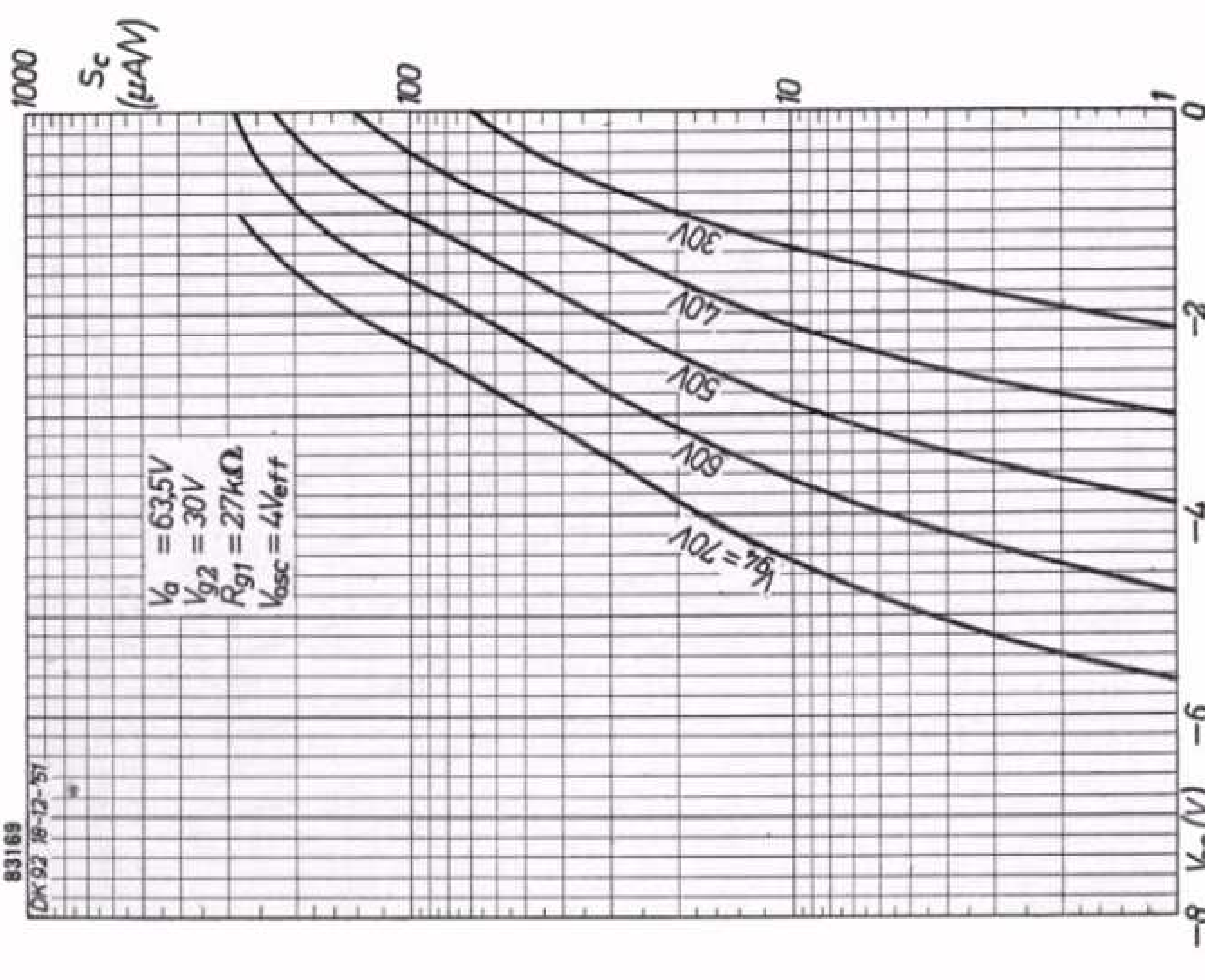


Fig. 13
Als *fig.* 12, *doch bij een anodespanning van* 63,5 V.

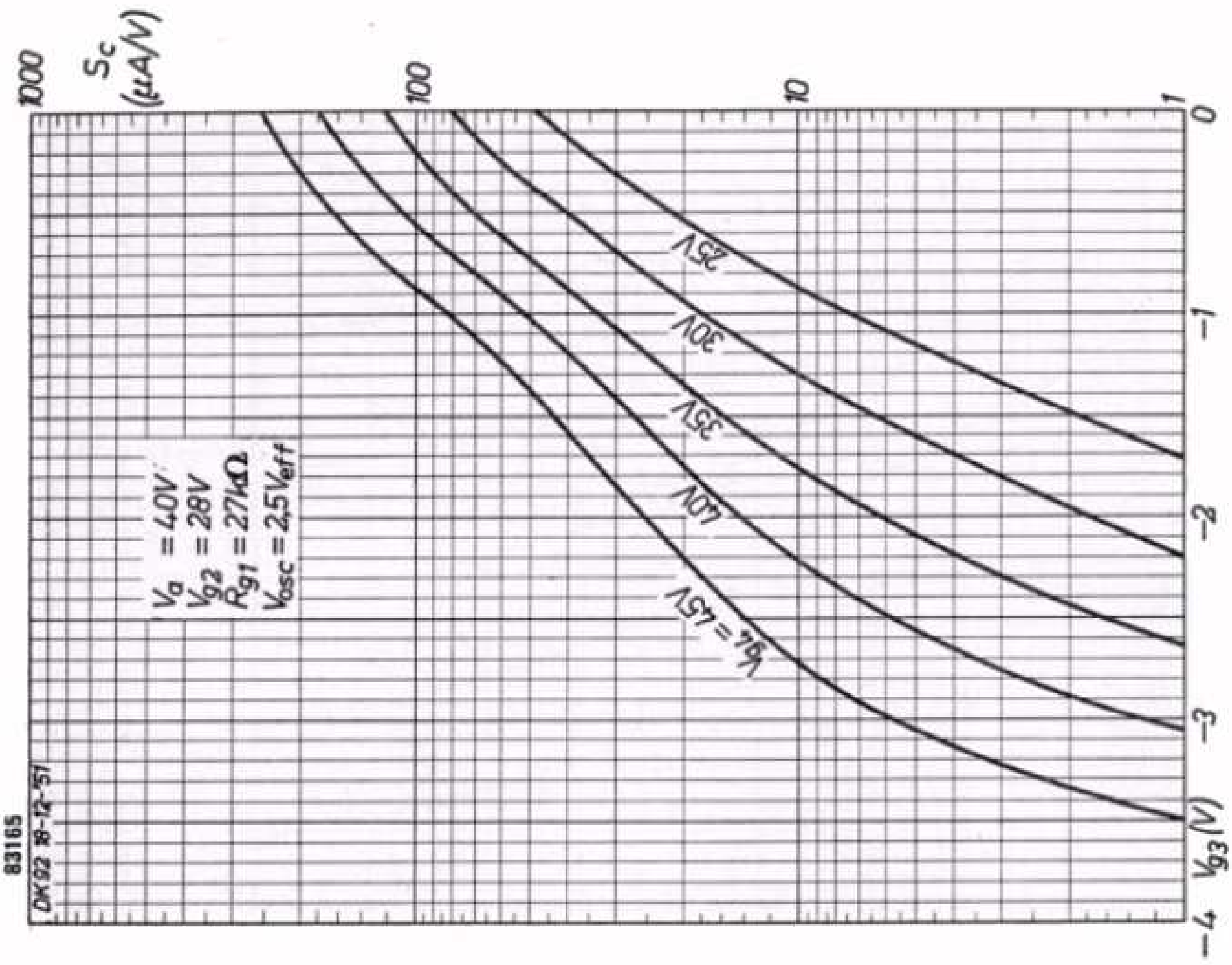


Fig. 14
Als *fig.* 12, *doch bij een anodespanning van* 40 V.

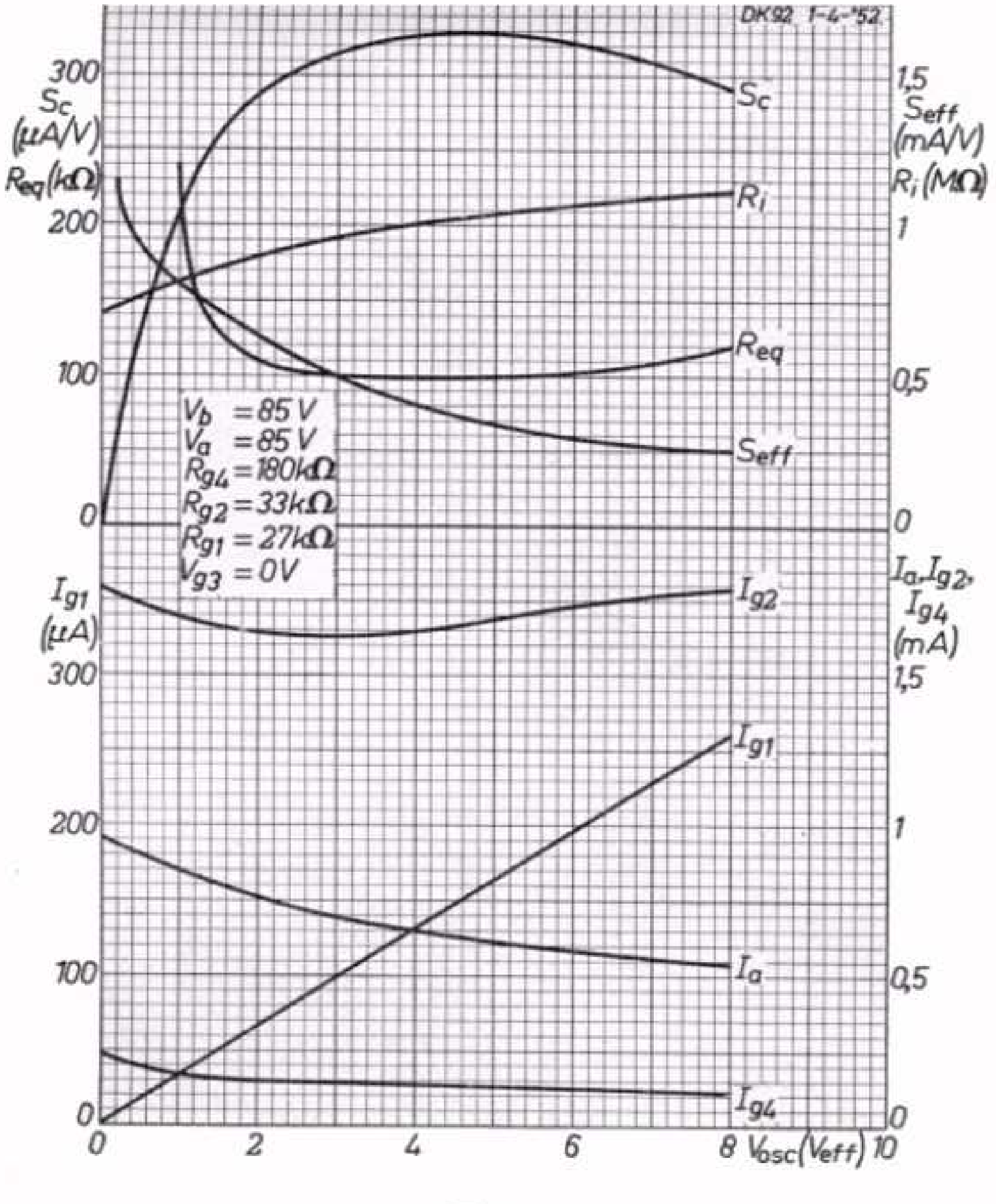


Fig. 15
Anodestroom I_a, schermroosterstroom I_{g4}, oscillator-anodestroom I_{g2}, oscillator-roosterstroom I_{g1}, effectieve steilheid van het oscillatorgedeelte S_{eff}, mengsteilheid S_c, inwendige weerstand R_i en equivalente ruisweerstand R_{eq}, als functies van de oscillatorspanning, voor een anodespanning van 85 V.

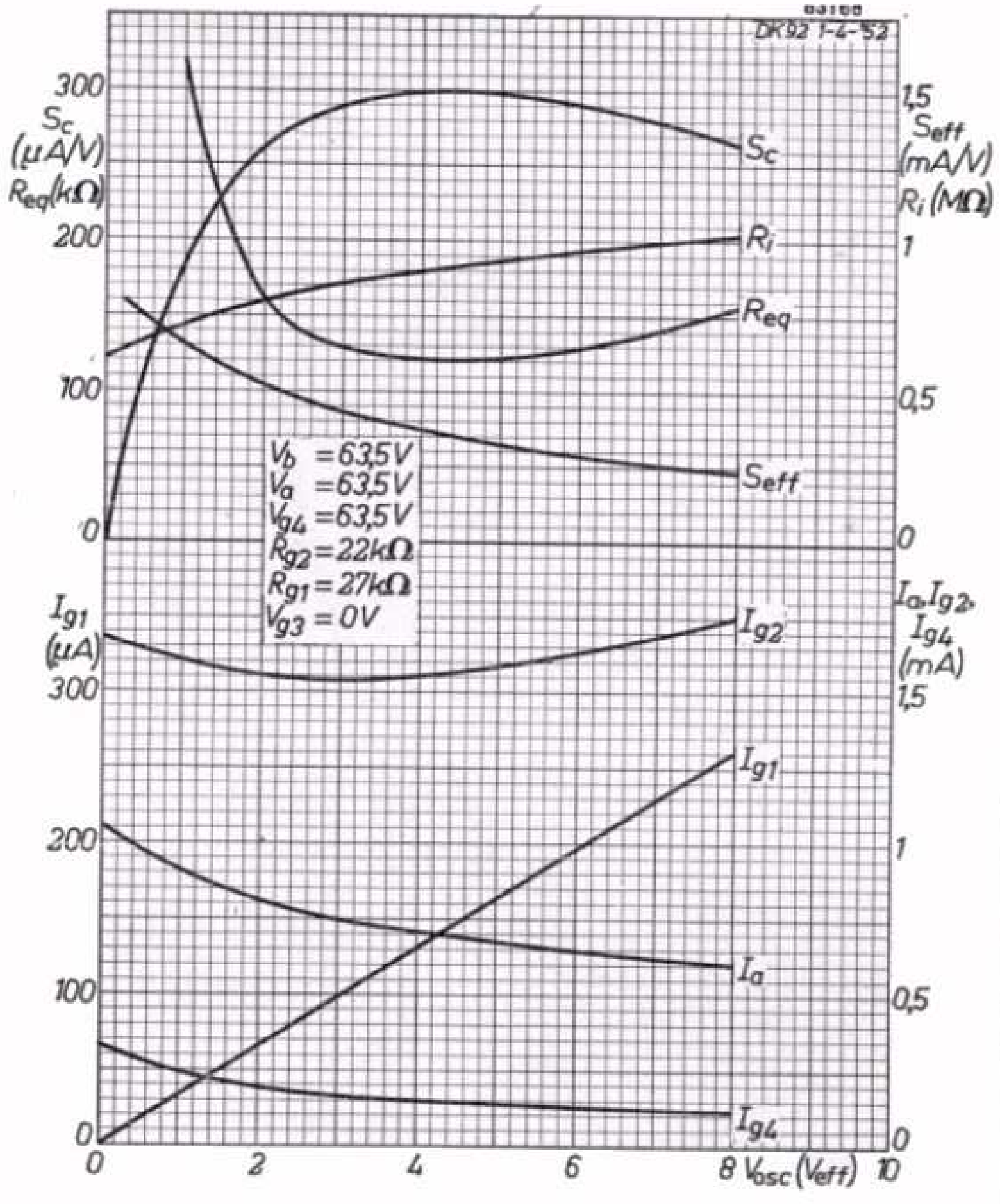


Fig. 16
Als fig. 15, doch voor een anodespanning van 63,5 V.

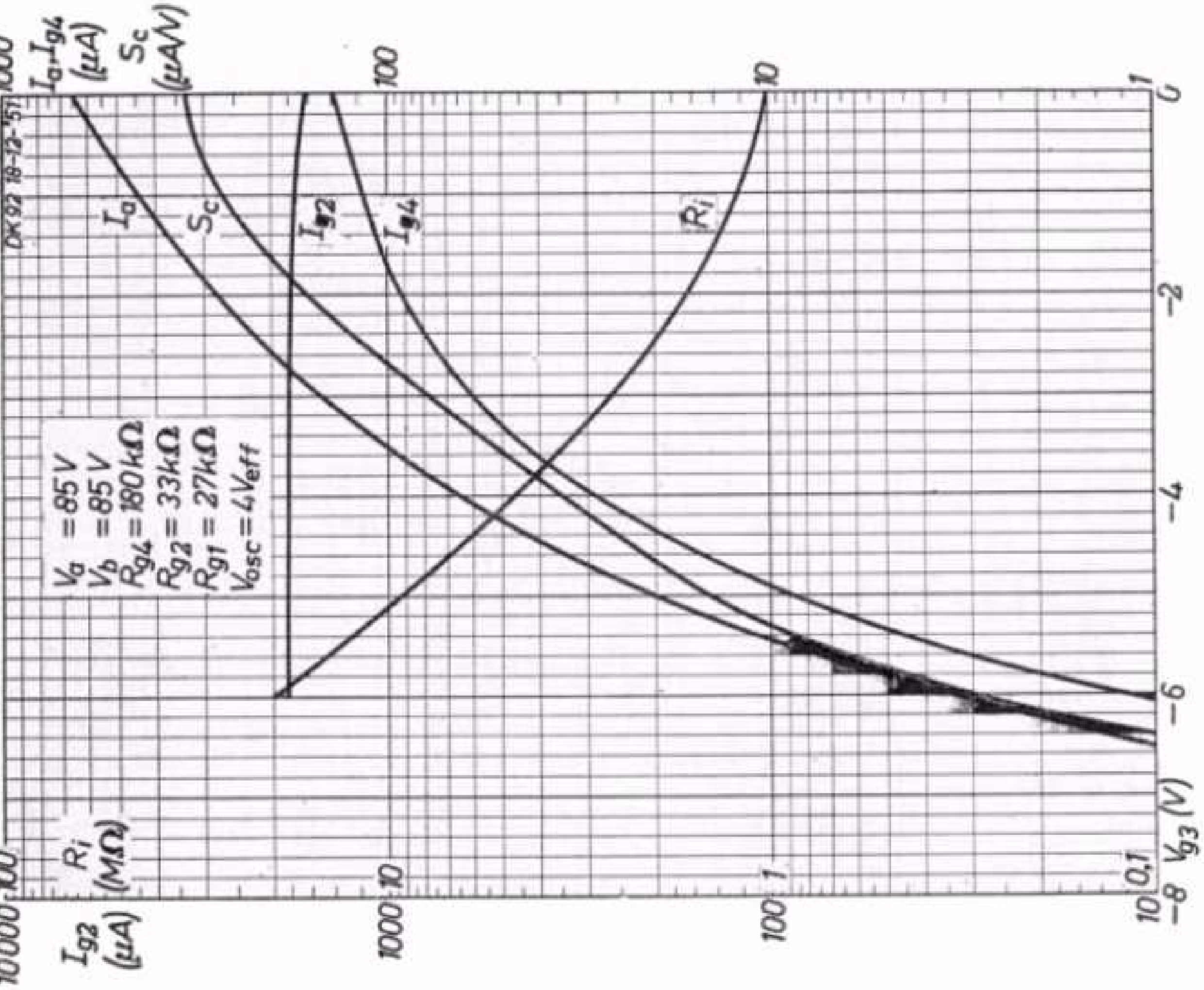


Fig. 18
Stromen, mengsteilheid en inwendige weerstand als functies van de stuurroosterspanning, bij de gunstigste oscillatorspanning en een anodespanning van 85 V.

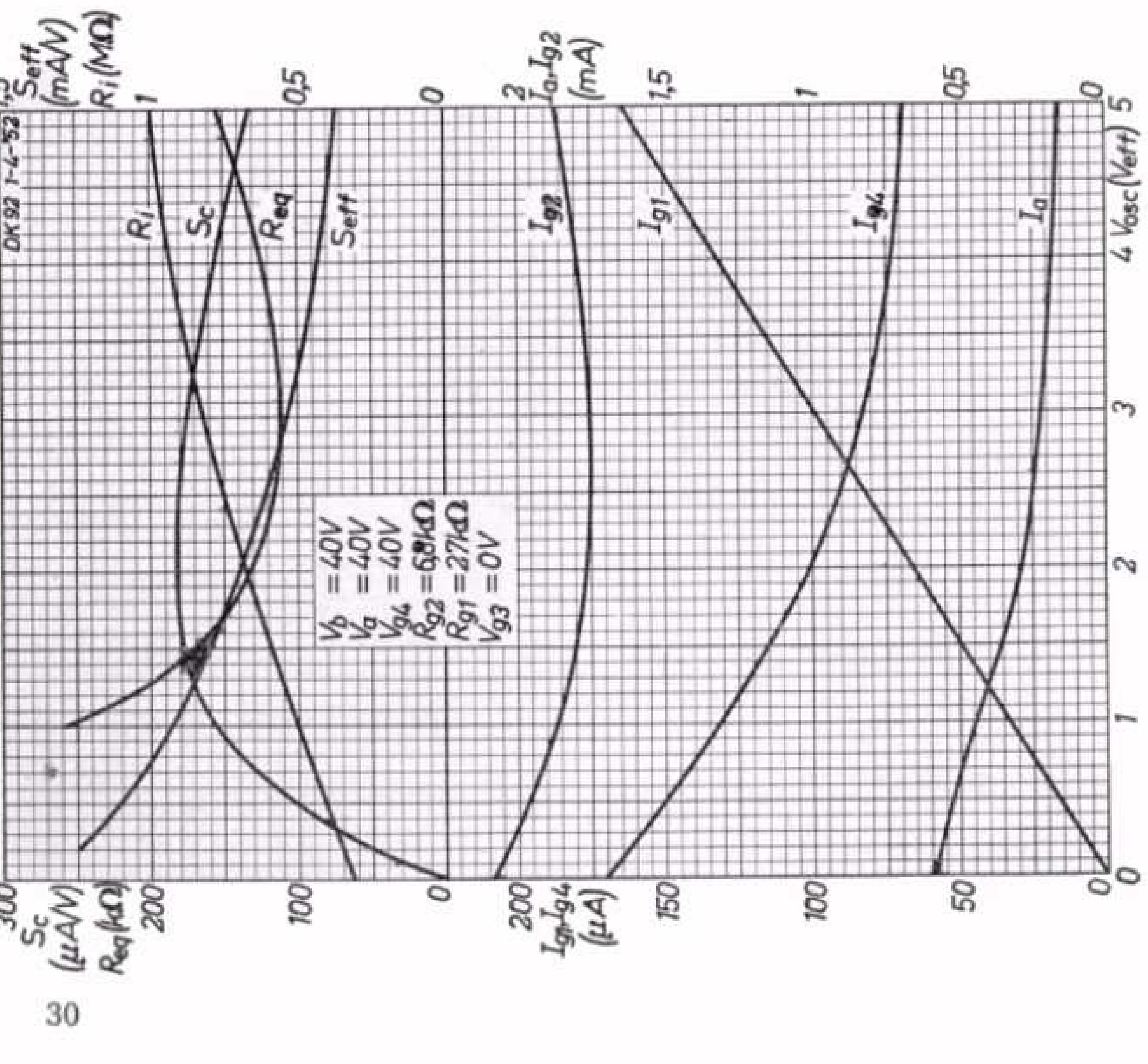


Fig. 17
Als fig. 15, doch voor een anodespanning van 40 V.

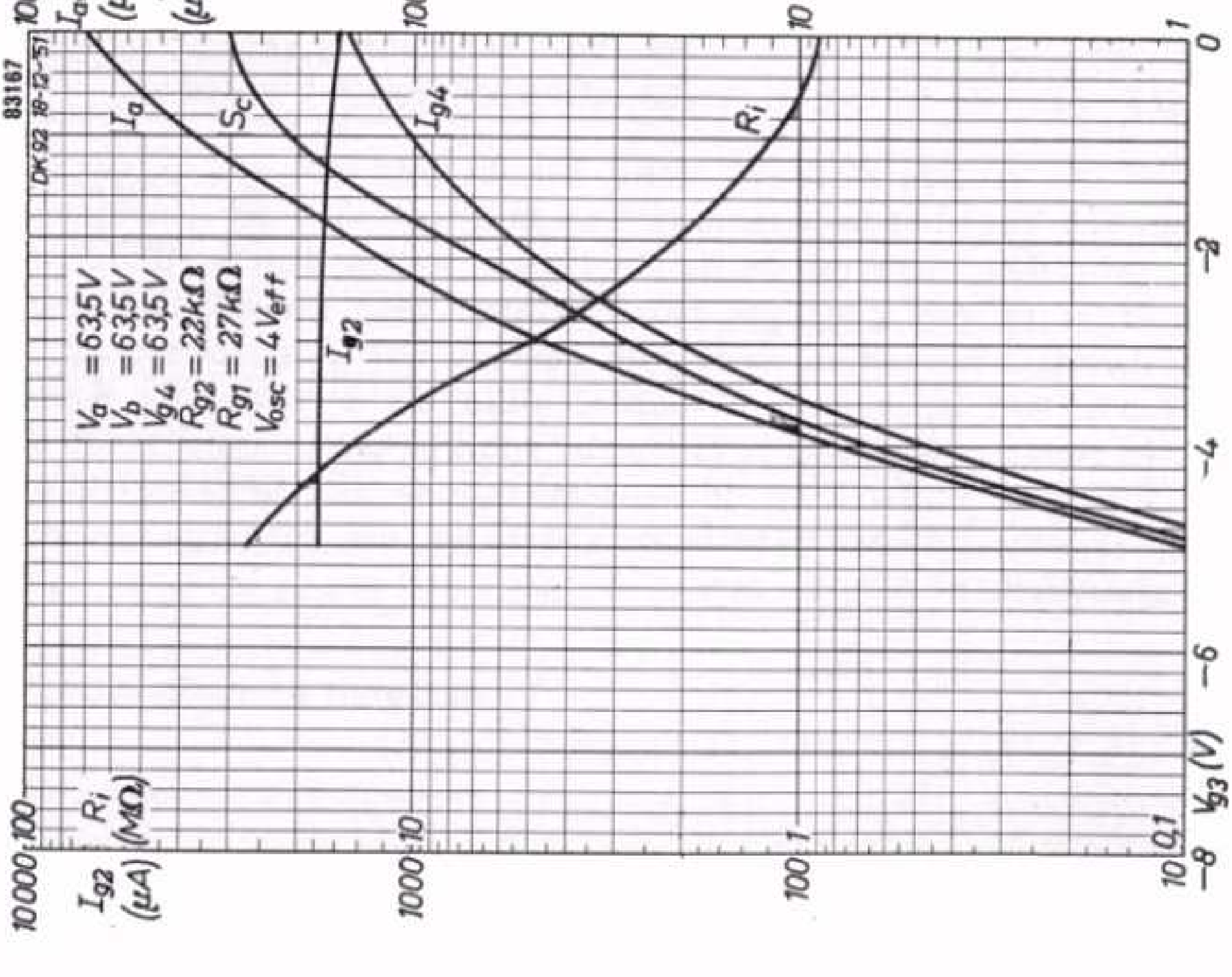


Fig. 19
Als fig. 18, doch bij een anodespanning van 63,5 V.

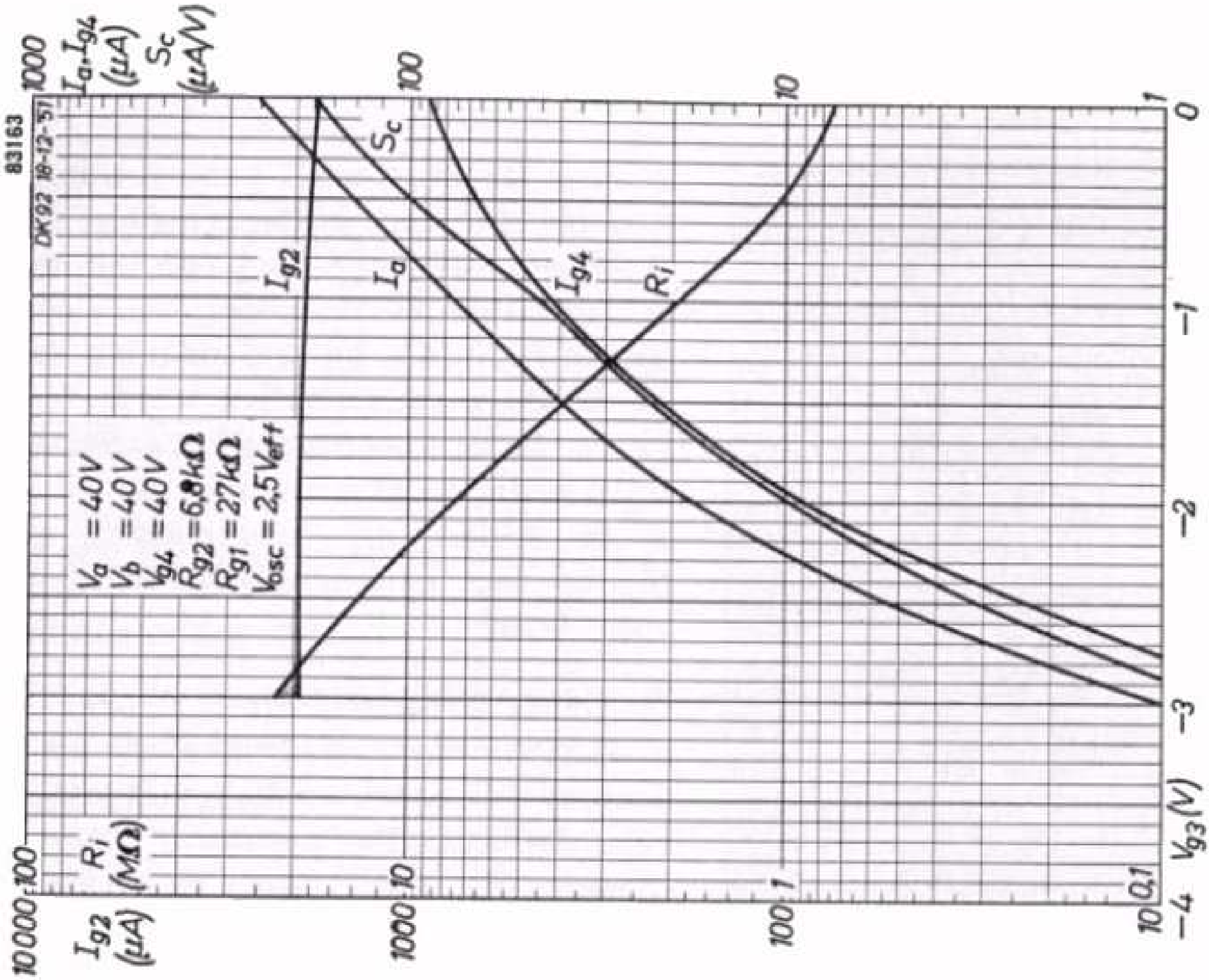


Fig. 20
Als fig. 18, doch bij een anodespanning van 40 V.

H.F. PENTODE DF 91

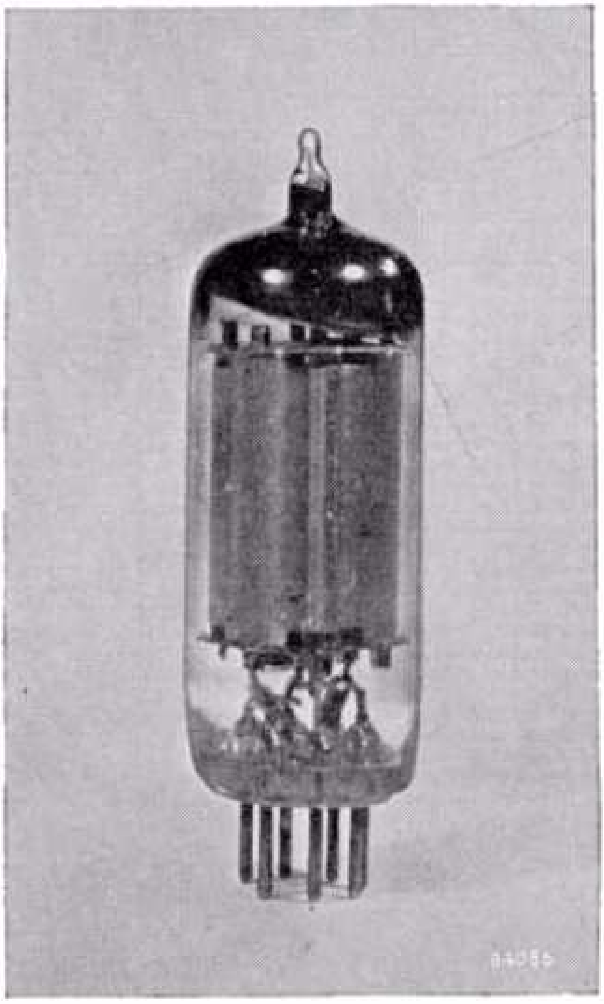


Fig. 21
De H.F. pentode DF 91.

De buis DF 91 is een 7 pennen-miniatuur pentode voor batterijvoeding, gelijkstroomvoeding of voor voeding met gelijkgerichte wisselstroom. De gloeistroom is 50 mA, bij een spanning van 1,4 V als parallelvoeding wordt toegepast. Bij serievoeding is het aanbevelenswaardig de gloeispanning op 1,3 V in te stellen, om overbelasting als gevolg van netspanningsvariaties te voorkomen.

De DF 91 is bedoeld als H.F. pentode in H.F. en M.F. versterkers; zij heeft daarom een karakteristiek met variabele steilheid. De negatieve roosterspanning die nodig is om de steilheid tot 10 μA/V te reduceren, is 10 V bij een schermroosterspanning van 45 V. Daar de mengbuis DK 92 ook geschikt is voor AGR, kunnen in een ontvanger twee buizen worden geregeld, waardoor een gunstig verlopende AGR karakteristiek wordt verkregen.

Alhoewel een iets grotere steilheid wordt bereikt met een schermroosterspanning van 67,5 V, is het toch raadzaam de buis met 45 V schermroosterspanning te gebruiken, daar dit de steilheid maar weinig doet verminderen en in deze instelling een gunstiger karakteristiek voor kruismodulatie en AGR wordt bereikt. Bovendien geeft zulk gebruik nog enige besparing in de anodestroom, wat bij batterijontvangers altijd als zeer gunstig wordt beschouwd. In sommige gevallen is het nodig een afschermplaatje onder de buishouder tussen de rooster- en de anodeaansluiting aan te brengen; dit dient om de capaciteit tussen deze beide electroden niet te vergroten met de bedradingscapaciteit.

GEGEVENS VAN DE H.F. PENTODE DF 91

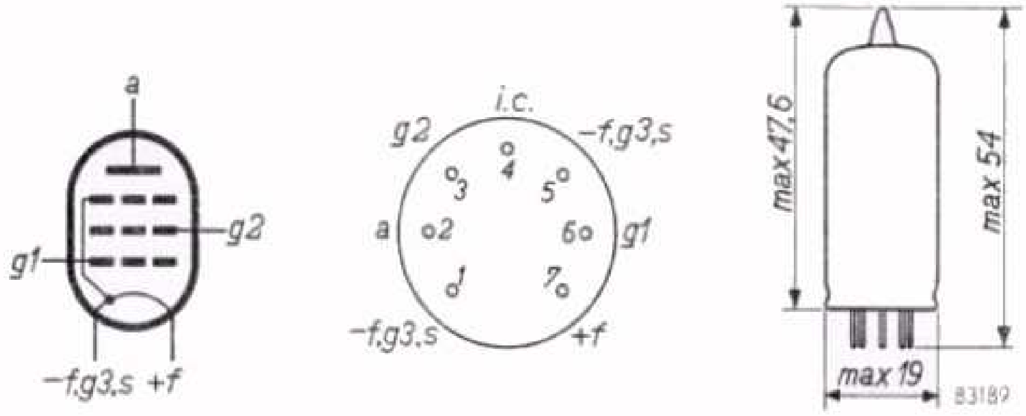


Fig. 22
Electrodenschema, aansluitingen en afmetingen van de H.F. pentode DF 91.

Gloeidraadgegevens

Direct door batterij, gelijkstroom of gelijkgerichte wisselstroom verhitte gloeidraad, serie- of parallelvoeding.

Parallelvoeding

Gloeispanning	V_f	=	1.4 V
Gloeistroom	I_f	=	50 mA

Serievoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,3 V

Capaciteiten

Ingangscapaciteit	C_{g1}	=	3,6 pF
Uitgangscapaciteit	C_a	=	7,5 pF
Capaciteit tussen stuurrooster en anode . .	C_{ag1}	<	0,01 pF[1]

Instelgegevens

Anodespanning	V_a	=	45		67,5		90		V
Schermroosterspanning . .	V_{g2}	=	45		45		45		V
Stuurroosterspanning . . .	V_{g1}	=	0	—10	0	—10	0	—10	V
Anodestroom	I_a	=	1,7	—	1,75	—	1,8	—	mA
Schermroosterstroom . . .	I_{g2}	=	0,7	—	0,68	—	0,65	—	mA
Steilheid	S	=	700	10	725	10	750	10	μA/V
Inwendige weerstand . . .	R_i	=	0,35	>10	0,6	>10	0,8	>10	MΩ
Versterkingsfactor tussen schermrooster en stuurrooster	μ_{g2g1}	=	11	—	11	—	11	—	
Equivalente ruisweerstand .	R_{ge}	=	18	—	17	—	16	—	kΩ

1) Gemeten met uitwendige afscherming.

Grensgegevens

Voedingsspanning	V_b	max.	120 V[1])
Anodespanning	V_a	max.	90 V
Anodedissipatie	W_a	max.	0,5 W
Schermroosterspanning	V_{g2}	max.	67,5 V
Schermroosterdissipatie	W_{g2}	max.	0,2 W
Katodestroom	I_k	max.	5,5 mA
Uitwendige weerstand tussen stuurrooster en gloeidraad	R_{g1}	max.	3 MΩ
Beginpunt roosterstroom (I_{g1} = + 0,3 μA)	V_{g1}	max.	—0,2 V

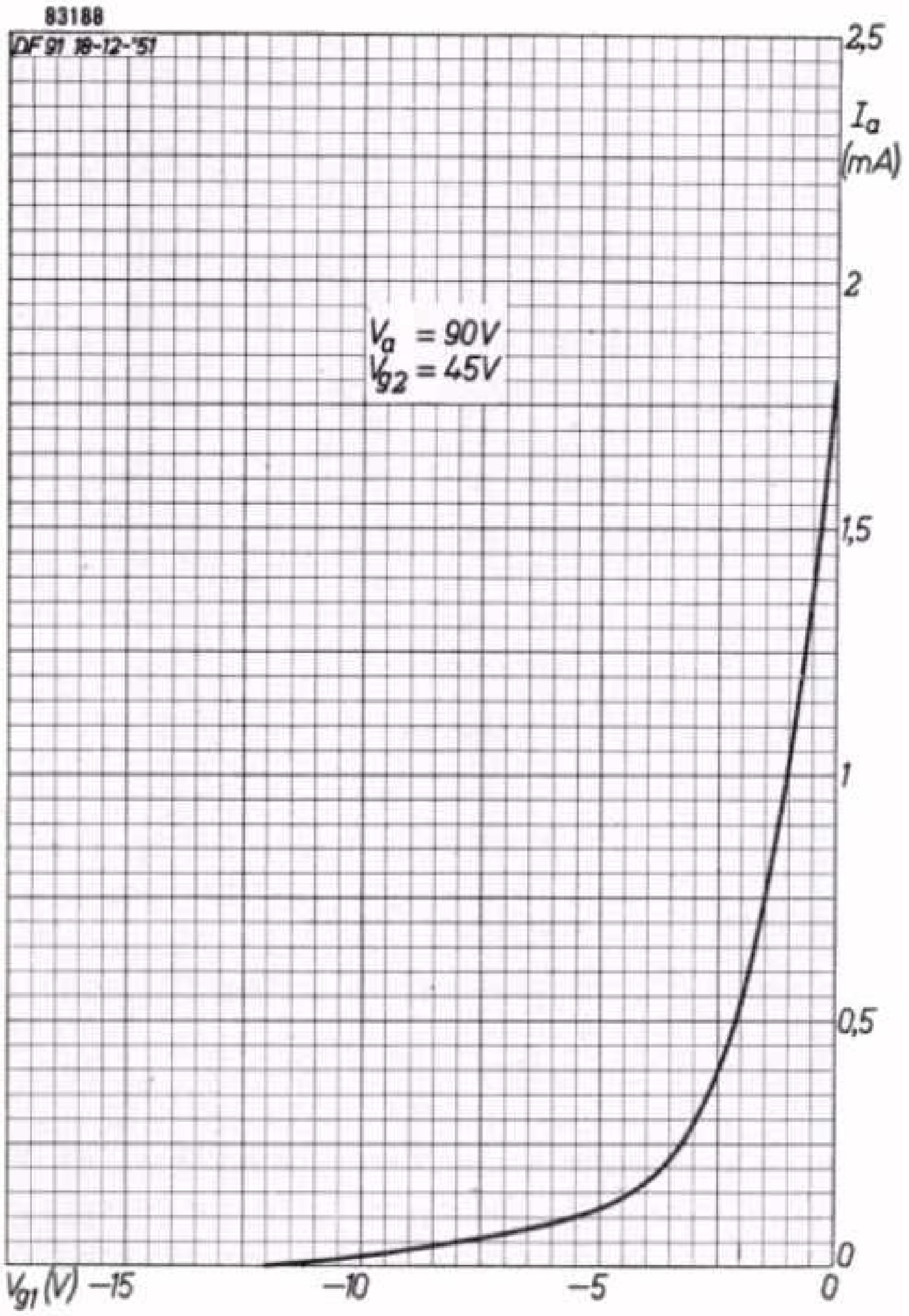


Fig. 23

Anodestroom als functie van de stuurroosterspanning, bij een schermroosterspanning van 45 V en een anodespanning van 90 V.

1) Absolute waarde 140 V.

Fig. 24
Anodestroom, schermroosterstroom, steilheid en inwendige weerstand, als functies van de stuurroosterspanning, bij anode- en schermroosterspanningen van 45 V.

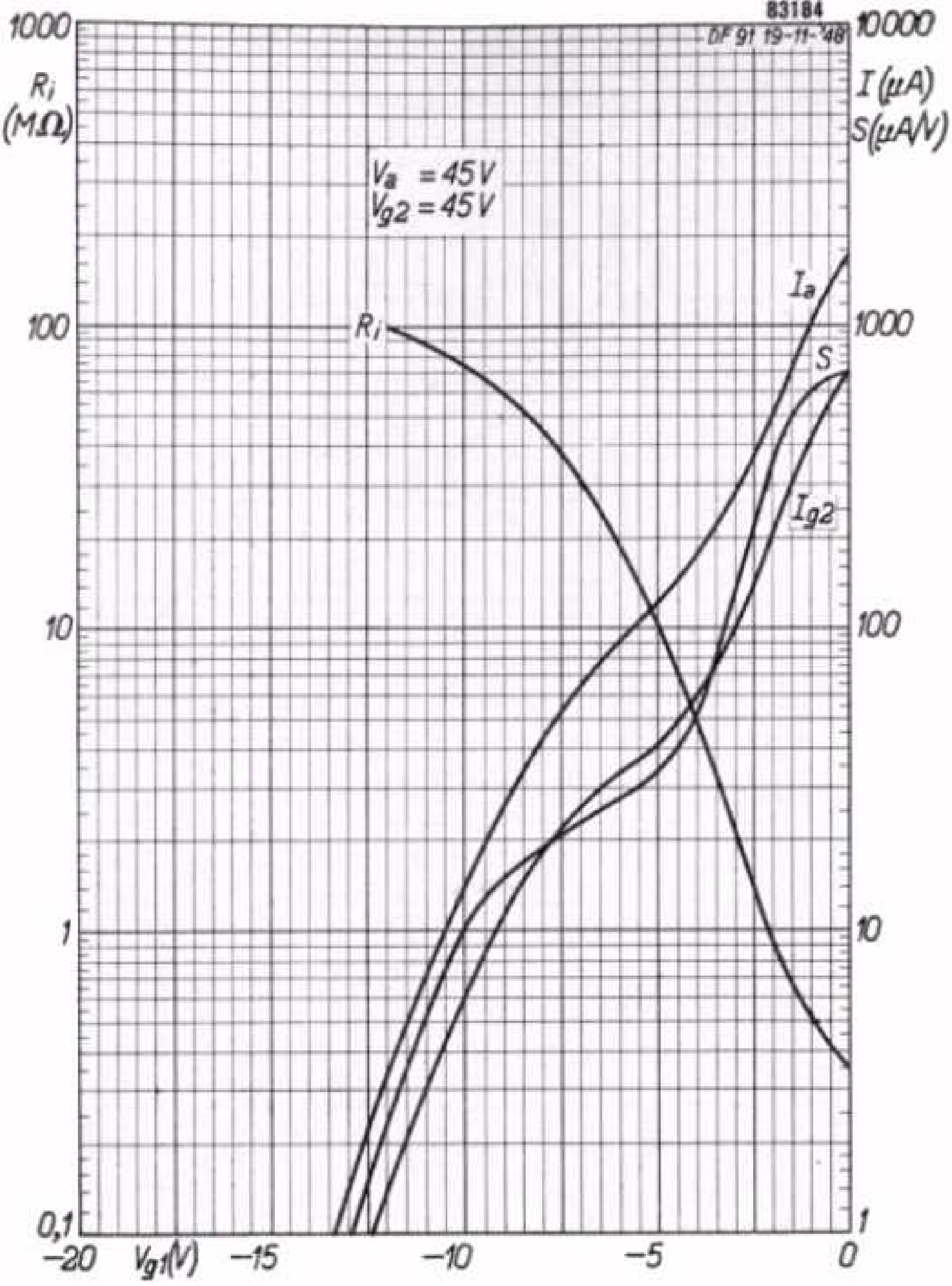
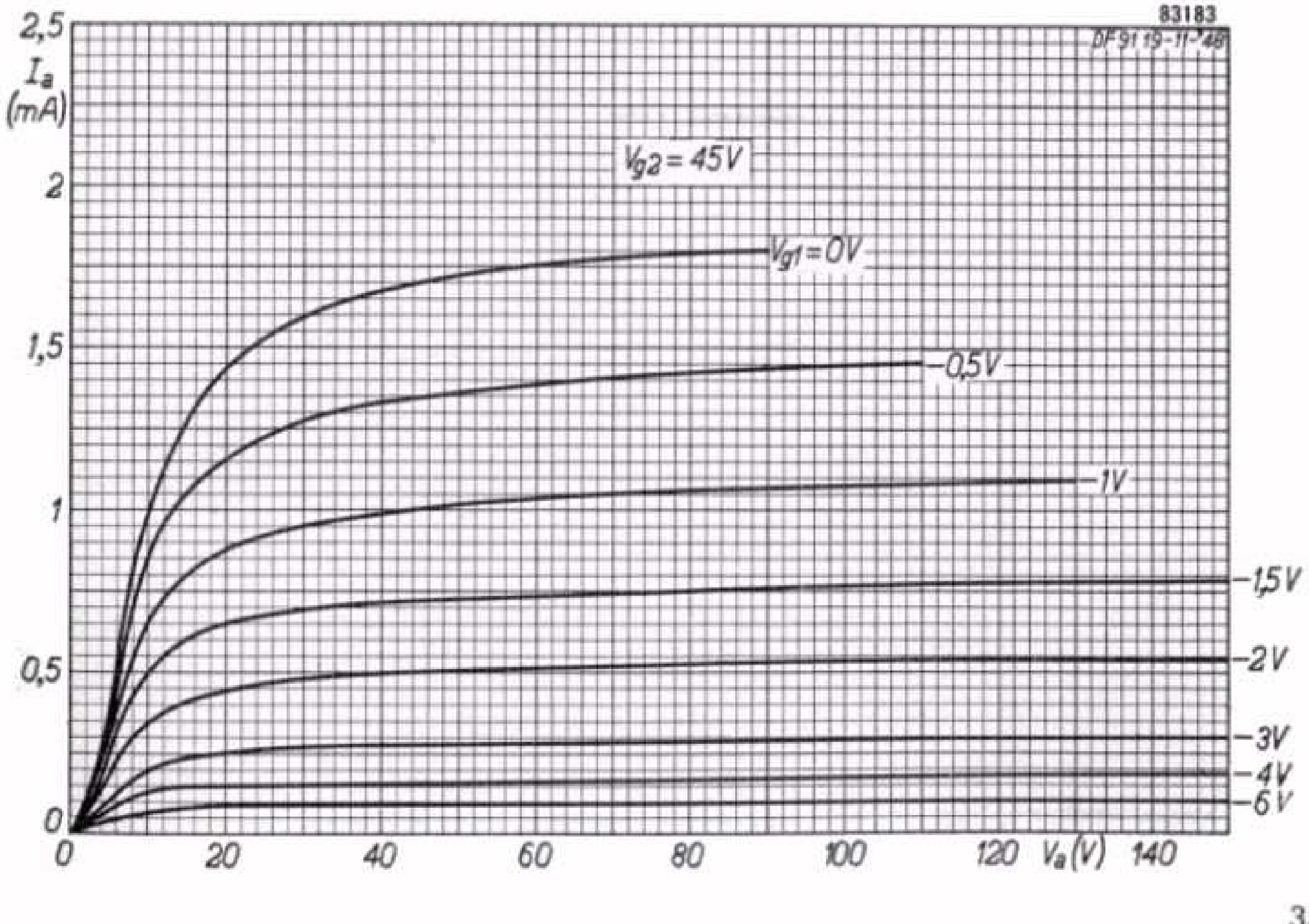


Fig. 25
Anodestroom als functie van de anodespanning, voor verscheidene stuurroosterspanningen en bij een schermroosterspanning van 45 V.



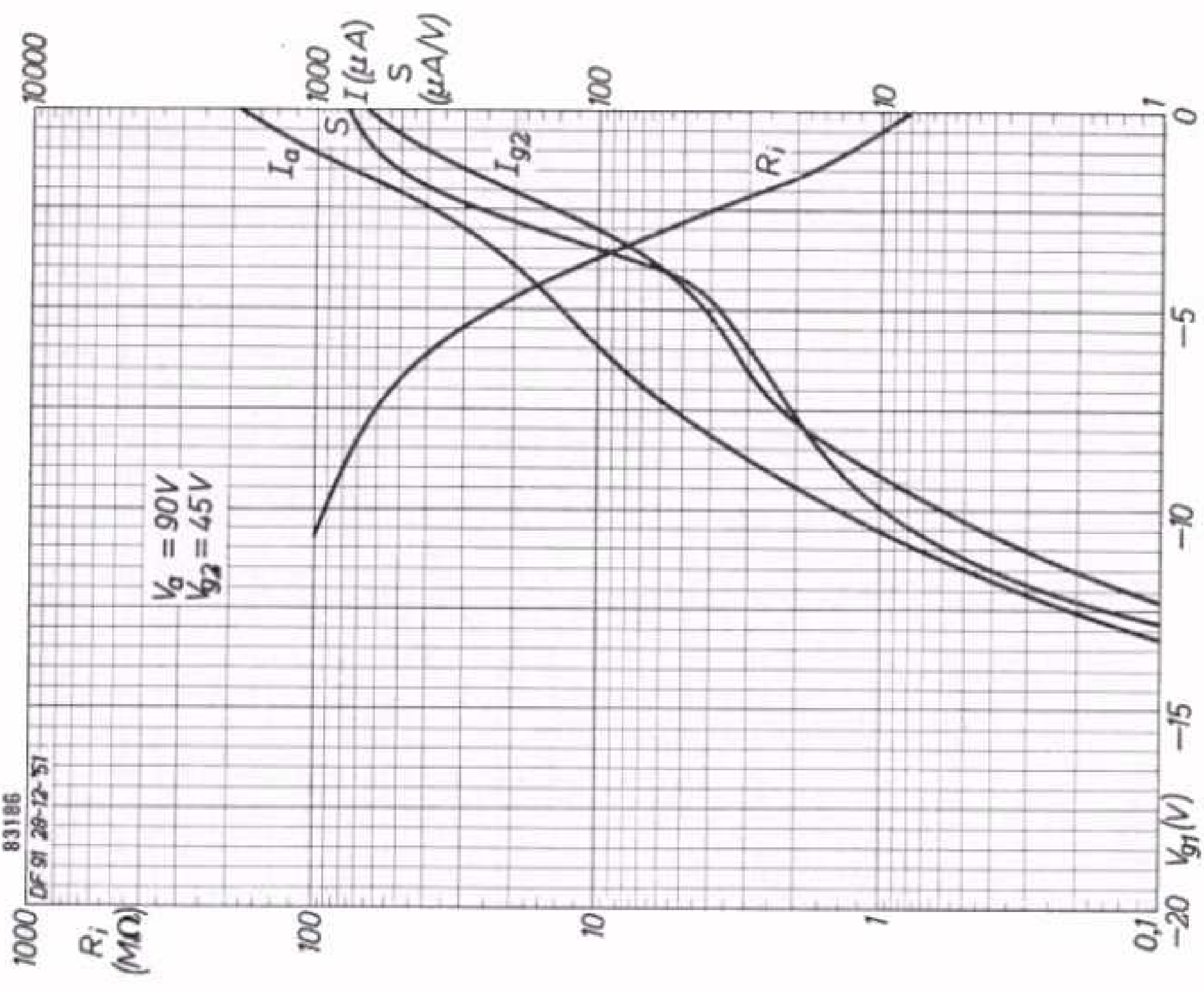


Fig. 27
Als fig. 24, doch bij een anodespanning van 90 V.

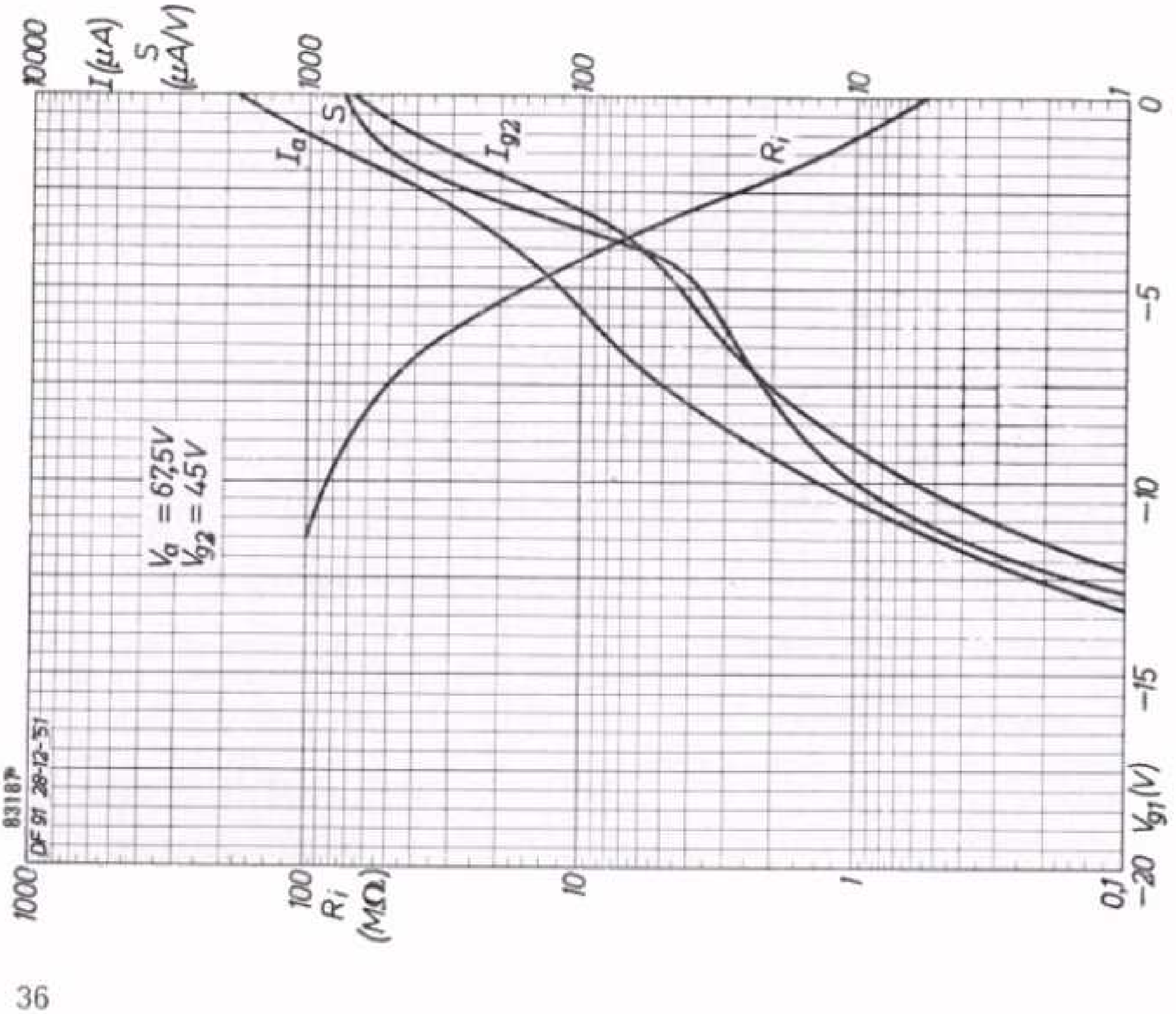


Fig. 26
Als fig. 24, doch bij een anodespanning van 67,5 V.

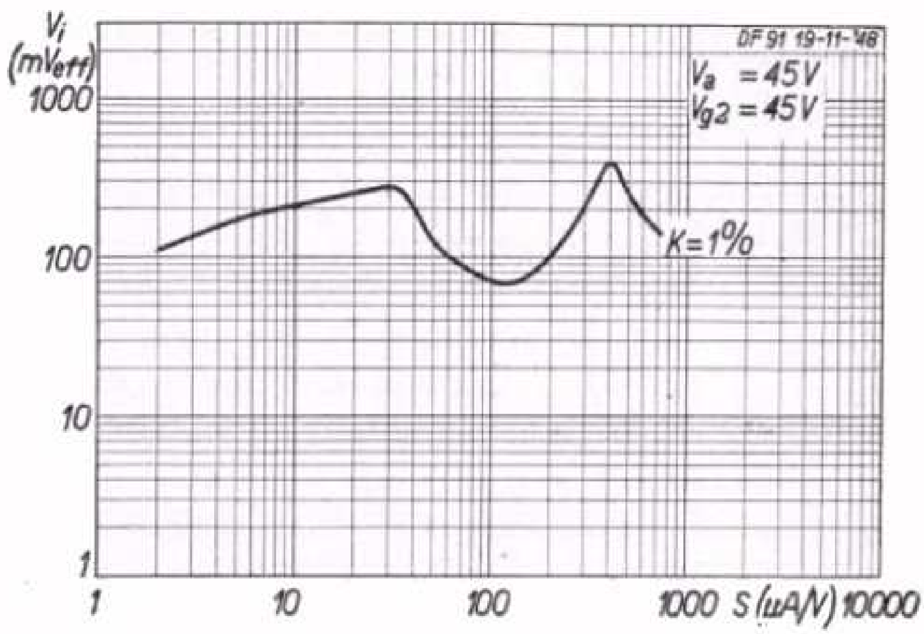


Fig. 28
Ingangs-wisselspanning als functie van de steilheid, voor 1% kruismodulatie, bij anode- en schermroosterspanningen van 45 V.

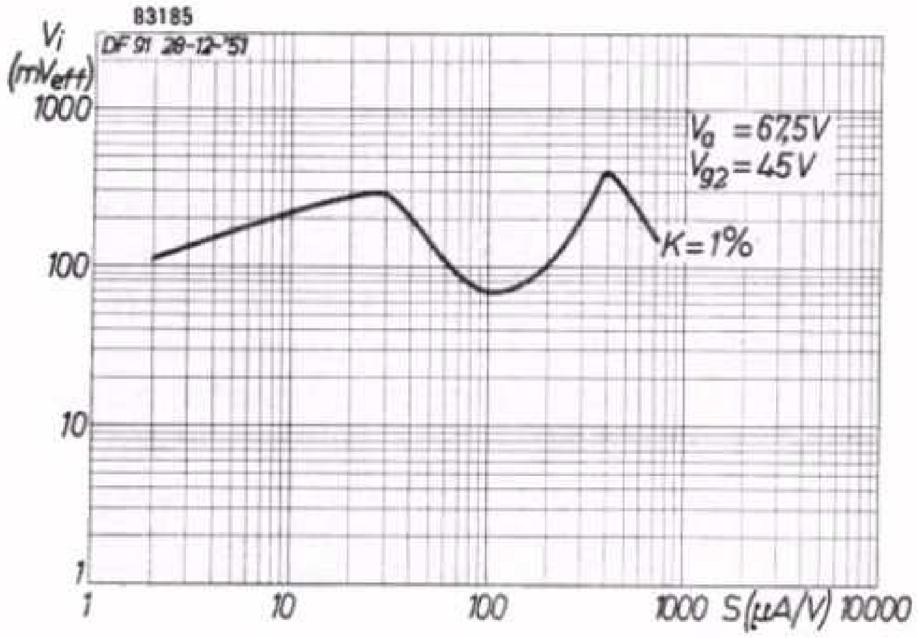


Fig. 29
Als fig. 28, doch bij een anodespanning van 67,5 V.

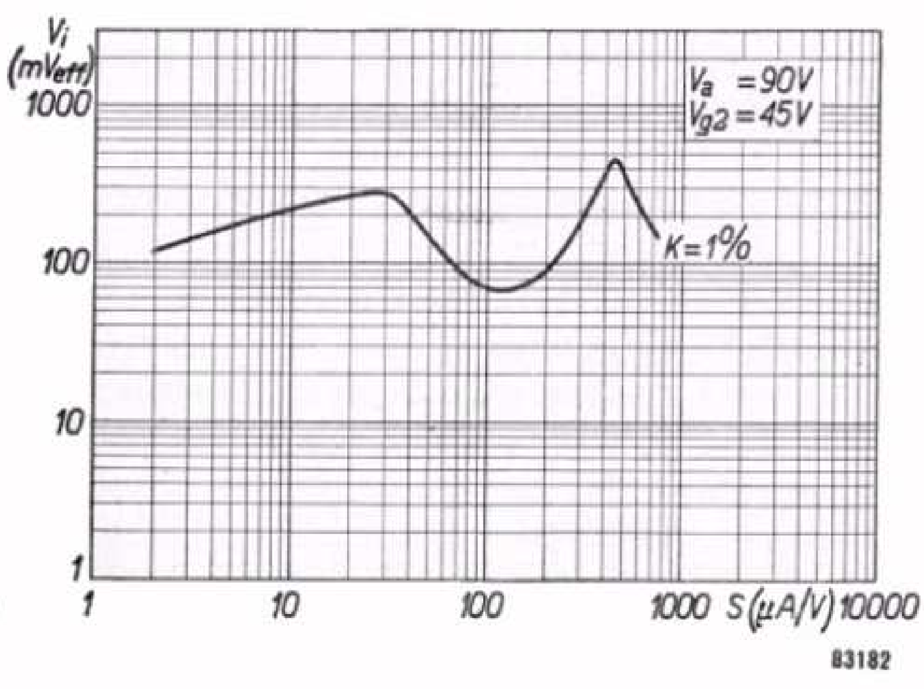


Fig. 30
Als fig. 28, doch bij een anodespanning van 90 V.

DIODE-L.F. PENTODE DAF 91

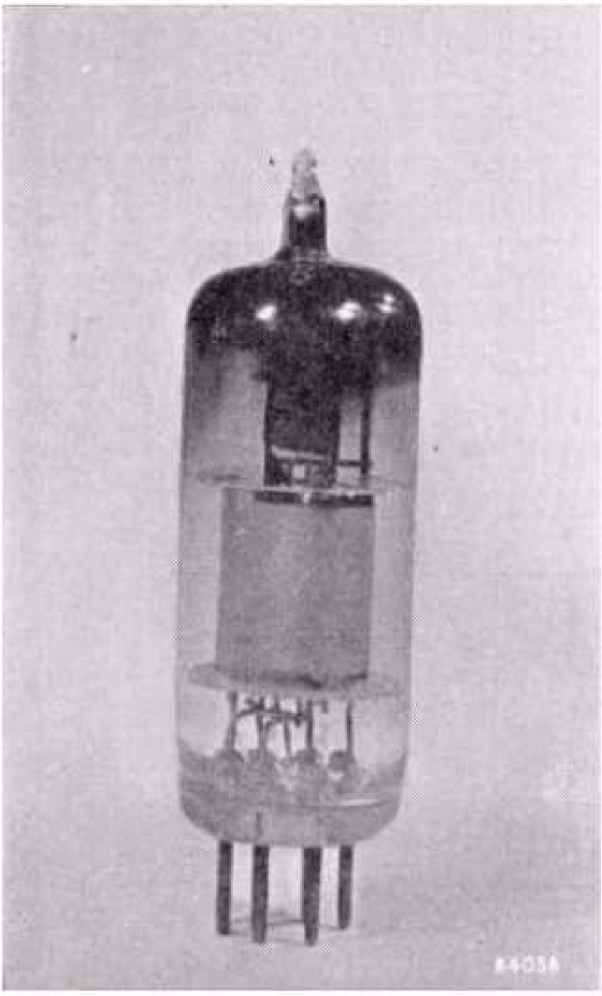


Fig. 31
Diode-L.F. pentode DAF 91.

De buis DAF 91 is een combinatiebuis, waarin een detectiediode en een L.F. versterkpentode in één ballon zijn ondergebracht. Deze buis gaat vooraf aan de eindbuis. In het schema afgebeeld in fig. 33 kan een maximum L.F. versterking van 70 x worden bereikt. Een uitgangsspanning van 5 V_{eff} is bereikbaar; deze is meer dan voldoende om de eindpentoden DL 92 of DL 94 uit te sturen. De DAF 91 kan ook worden gebruikt als triode; de versterking is dan ongeveer 11-voudig, en de vervorming, bij een uitgangsspanning van 5 V_{eff}, is ongeveer 1 %. Als deze buis met zeer grote gevoeligheid wordt gebruikt, kan het nodig zijn maatregelen te treffen tegen microfonie. Of dit nodig is, hangt vooral af van de mechanische bouw van de ontvanger, en van het acoustisch rendement van de luidspreker. In de doorsnee ontvanger, waarin een luidspreker met een acoustisch rendement van 5% wordt gebruikt, zijn geen maatregelen tegen microfonie nodig, als de ingangsspanning op het rooster van de DAF 91 voor een uitgangsvermogen van 50 mW van de eindbuis groter is dan 40 mV. Uiteraard dient dit cijfer als een algemene richtlijn. In de regel zal, wanneer de ingangsspanning voor de DAF 91 voor 50 mW uitgangsvermogen van de ontvanger kleiner is dan 40 mV, een verende buishouder moeten worden gebruikt, of zal in uiterste noodzaak een geluiddempende afscherming om de buis moeten worden aangebracht.

In de practijk kan het daarom voorkeur verdienen de DAF 91 niet met maximum versterking te gebruiken. Vermindering van de versterking kan worden bereikt door verlaging van de dynamische belastingsweerstand, namelijk door een lagere waarde voor de lekweerstand van de volgende buis (de eindbuis) te kiezen, daar op deze wijze bij de DAF 91 een verminderde gevoeligheid voor trillingen wordt verkregen.

Het pentodegedeelte van de DAF 91 is speciaal ontworpen voor gebruik als laagfrequentieversterker; pogingen om de buis als M.F. of H.F. versterker te gebruiken worden daarom ten stelligste ontraden.

GEGEVENS VAN DE DIODE-L.F. PENTODE DAF 91

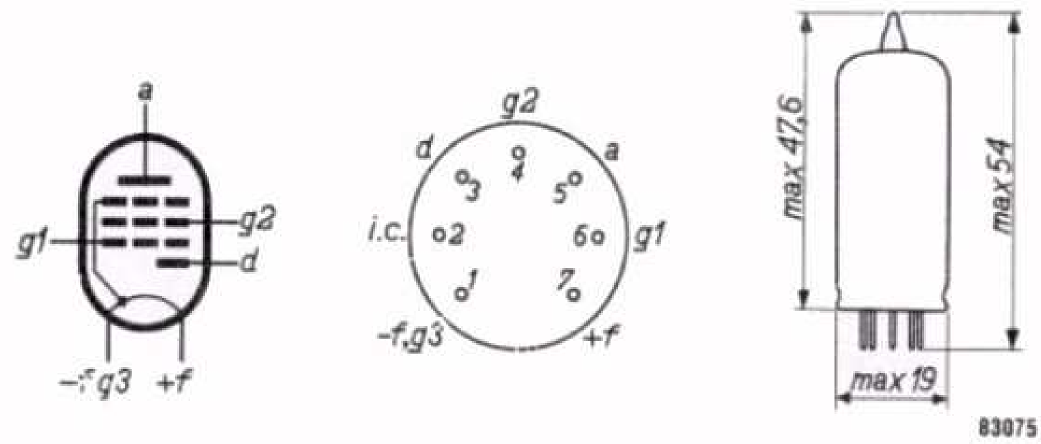


Fig. 32
Electrodenschema, aansluitingen en afmetingen van de DAF 91.

Gloeidraadgegevens

Gloeidraad direct verhit door batterij, gelijkstroom of gelijkgerichte wisselstroom; serie- of parallelvoeding.

Parallelvoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,4	V
Gloeistroom	I_f	=	50	mA

Serievoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,3	V

Capaciteiten

Ingangscapaciteit	C_{g1}	=	2,0 pF
Uitgangscapaciteit	C_a	=	2,8 pF
Capaciteit tussen stuurrooster en anode	C_{ag1}	<	0,4 pF
Capaciteit tussen diode-anode en gloeidraad . .	C_d	=	1,5 pF

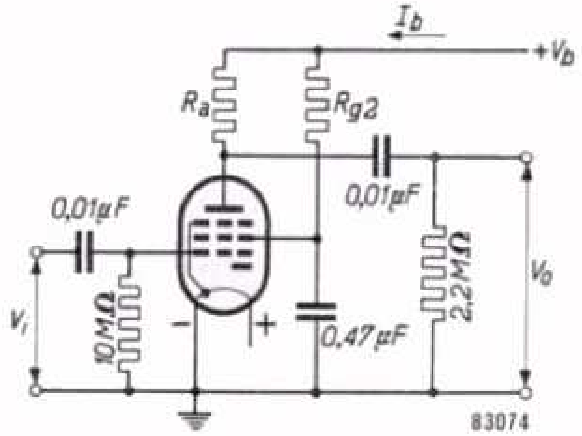


Fig. 33
Schema voor het gebruik van het pentodegedeelte als L.F. versterker.

Instelgegevens van het pentodegedeelte als L.F. versterker

Pentodeschakeling

V_b (V)	R_a (M Ω)	R_{g2} (M Ω)	I_b (μA)	$\frac{V_o}{V_i}$	d_{tot} (%) $V_o = 5V_{eff}$
45	1	3,9	40	42	5
67,5	1	3,9	60	55	3
90	1	3,9	85	60	2
120	1	3,9	115	66	1,8
45	1	4,7	30	40	8
67,5	1	4,7	55	55	2,5
90	1	4,7	80	64	1,7
120	1	4,7	110	70	1,5
45	0,47	1,8	70	38	4
67,5	0,47	1,8	125	50	1
90	0,47	1,8	170	56	1
120	0,47	1,8	260	60	3
45	0,47	2,2	60	37	5
67,5	0,47	2,2	115	50	1
90	0,47	2,2	160	57	1
120	0,47	2,2	240	66	1

De buis kan zonder speciale voorzieningen tegen microfonie worden gebruikt in schakelingen waarin de ingangsspanning $V_i > 40$ mV_{eff}, voor een uitgangsvermogen van 50 mW van de eindbuis.

Instelgegevens als triode geschakeld

Het schermrooster is verbonden met de anode; de lekweerstand is 10 MΩ, en de lekweerstand van de volgende buis is 1 MΩ.

V_b (V)	R_a (MΩ)	R_{g1} (MΩ)	I_b (μA)	$\frac{V_o}{V_i}$	d_{tot} (%) ($V_o = 5\ V_{eff}$)
45	0,22	10	85	9,5	2,5
45	0,47	10	45	10	3
67,5	0,22	10	170	10,5	0,9
67,5	0,47	10	85	11	1
90	0,22	10	270	11	0,6
90	0,47	10	140	11,5	0,7
120	0,22	10	380	11,5	1
120	0,47	10	200	12	0,5

Karakteristieke gegevens

Anodespanning	V_a	=	45	67,5	90	V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	45	67,5	90	V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	0	0	0	V
Anodestroom	I_a	=	0,75	1,6	2,7	mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	0,15	0,4	0,6	mA
Steilheid	S	=	420	625	720	μA/V
Inwendige weerstand	R_i	=	0,6	0,6	0,5	MΩ
Versterkingsfactor tussen schermrooster en stuurrooster	μ_{g2g1}	=	13,5	13,5	13,5	

Grensgegevens van het pentodegedeelte

Anodespanning	V_a	max.	90 V
Anodedissipatie	W_a	max.	0,25 W
Schermroosterspanning	V_{g2}	max.	90 V
Schermroosterdissipatie	W_{g2}	max.	0,1 W
Katodestroom	I_k	max.	4,5 mA
Uitwendige weerstand tussen stuurrooster en min gloeidraad	R_{g1}	max.	3 MΩ [1]
Beginpunt roosterstroom ($I_{g1} = +0,3$ μA)	V_{g1}	max.	—0,2 V

Grensgegevens van het diodegedeelte

Tegenspanning op de diode-anode	$V_{d\ inv\ p}$	max.	100 V
Diodestroom	I_d	max.	0,2 mA
Diode-piekstroom	I_d p	max.	1,2 mA

[1]) Met negatieve roosterspanning door spanningsval in de lekweerstand R_{g1} max. 22 MΩ.

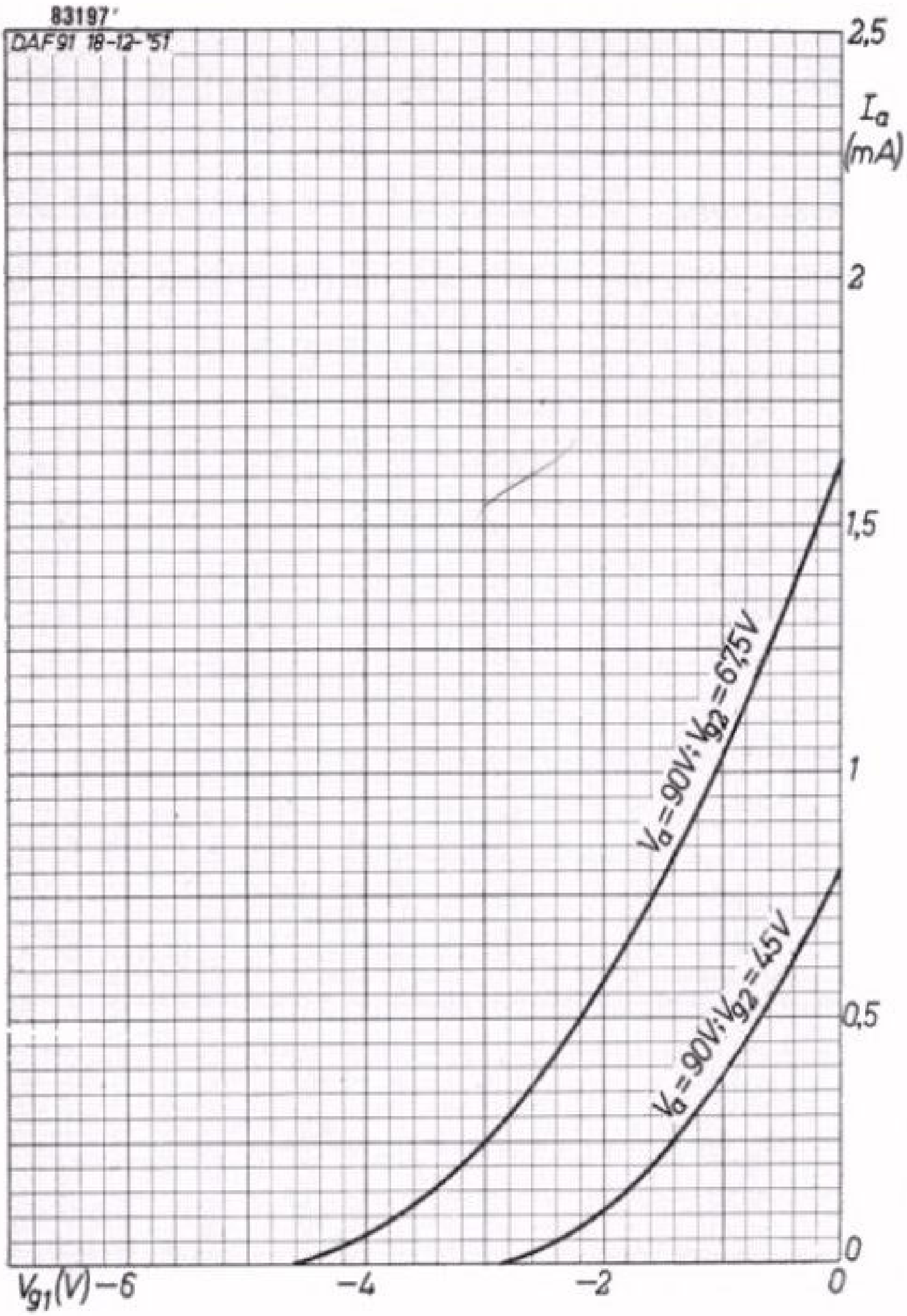
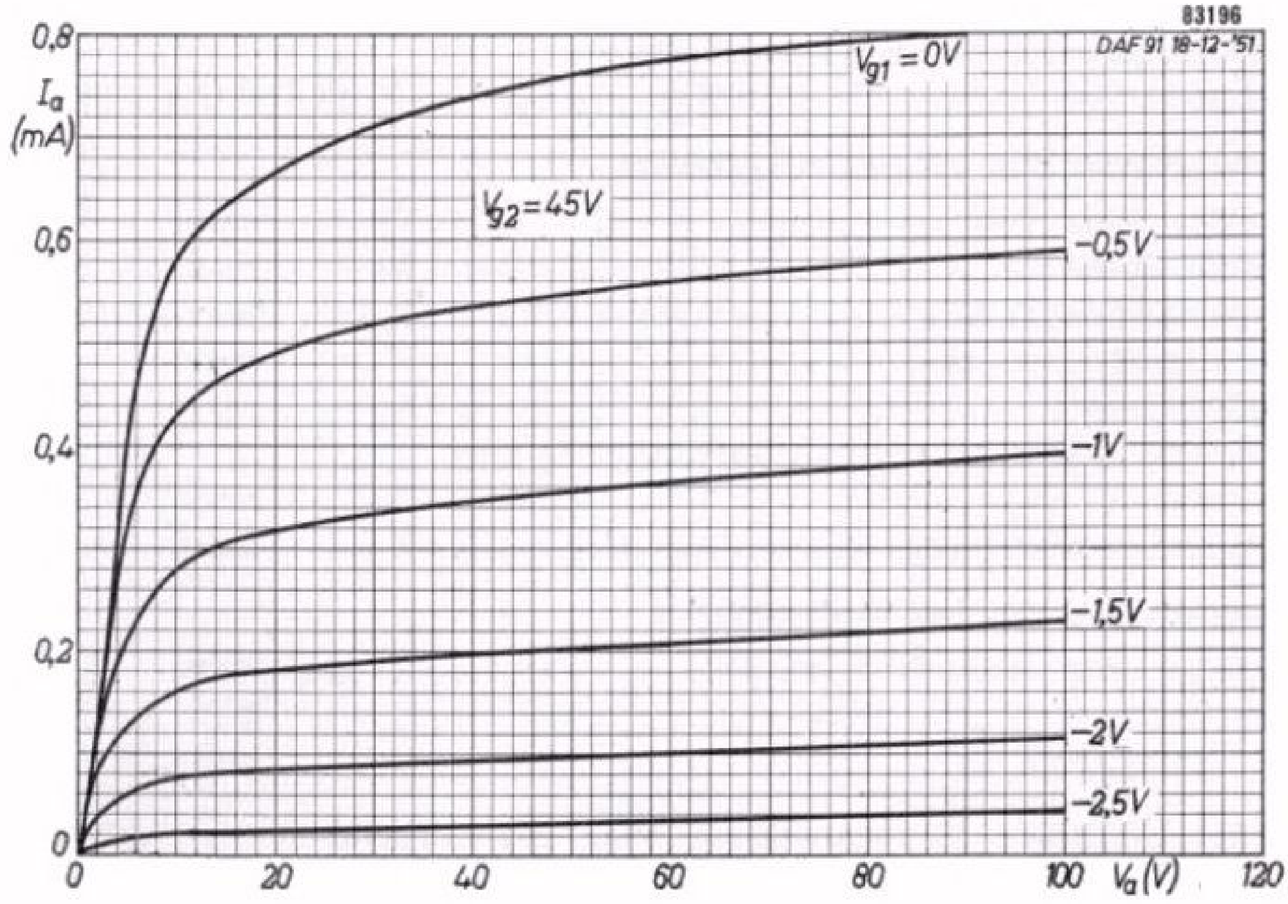


Fig. 34
Anodestroom als functie van de stuurroosterspanning, bij schermroosterspanningen van 67,5 en 45 V en bij een anodespanning van 90 V.

Fig. 35
Anodestroom als functie van de anodespanning, voor verscheidene stuurroosterspanningen en bij een schermroosterspanning van 45 V.



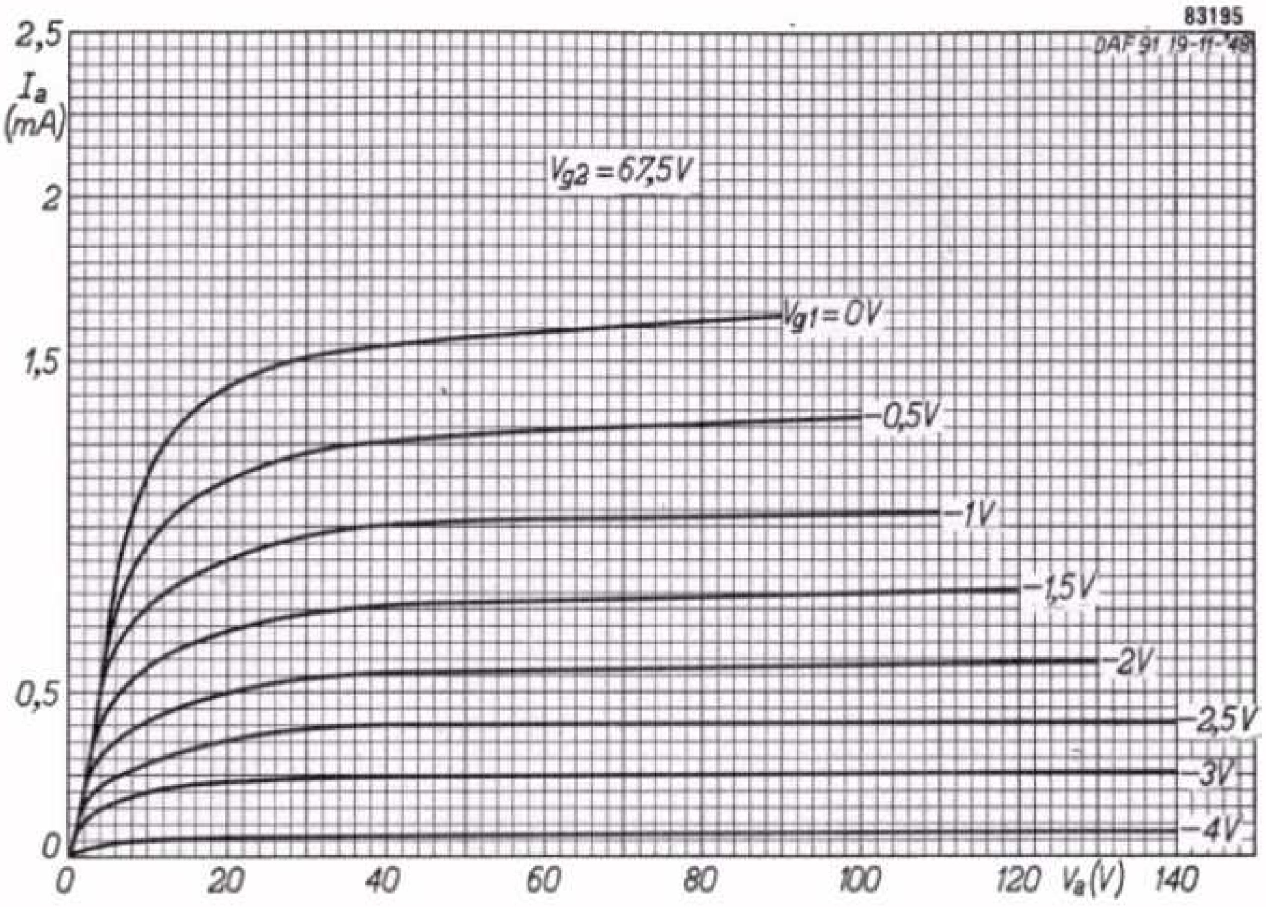


Fig. 36
Als fig. 35, doch bij een schermroosterspanning van 67,5 V.

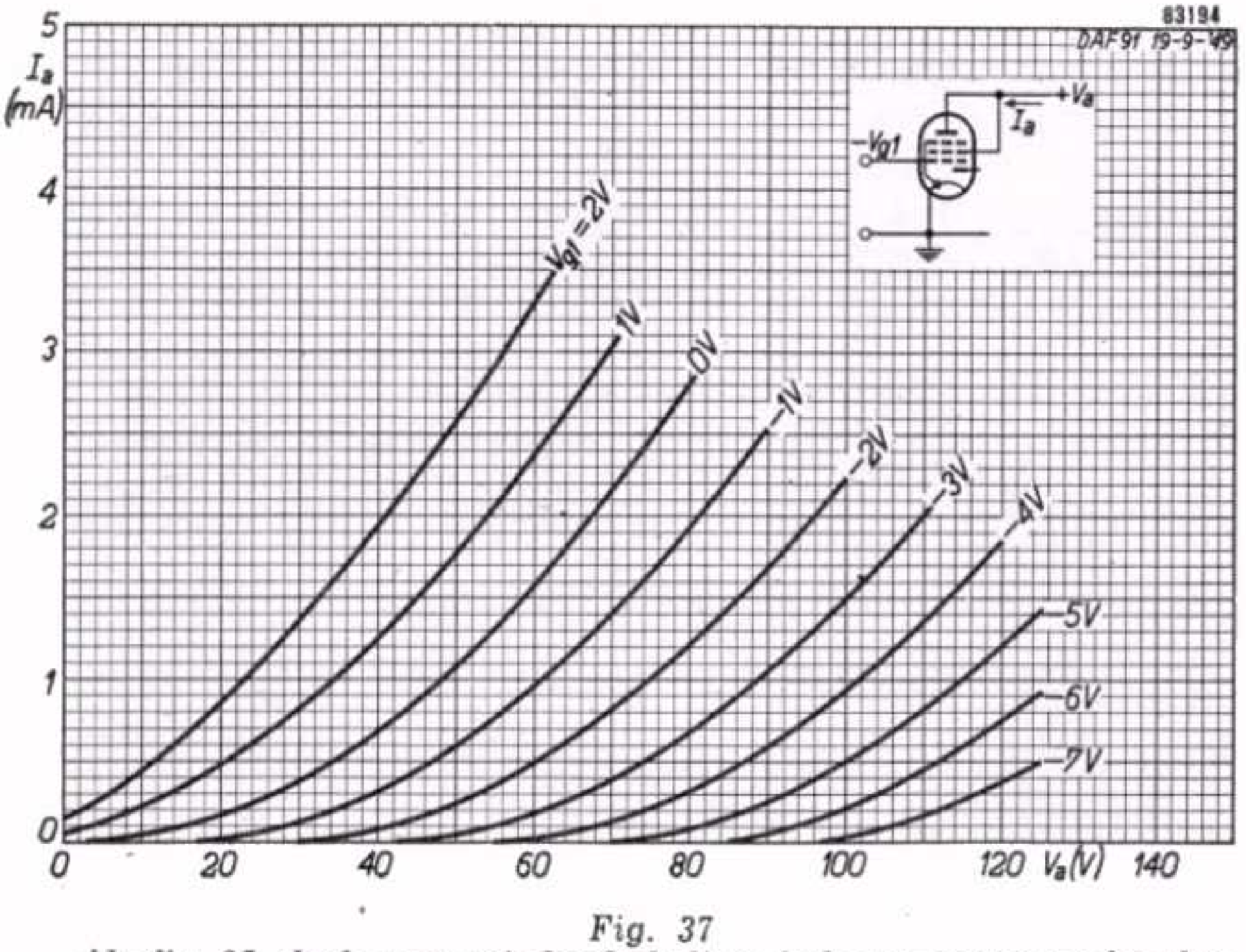


Fig. 37
Als fig. 35, doch voor triodeschakeling (schermrooster verbonden met de anode).

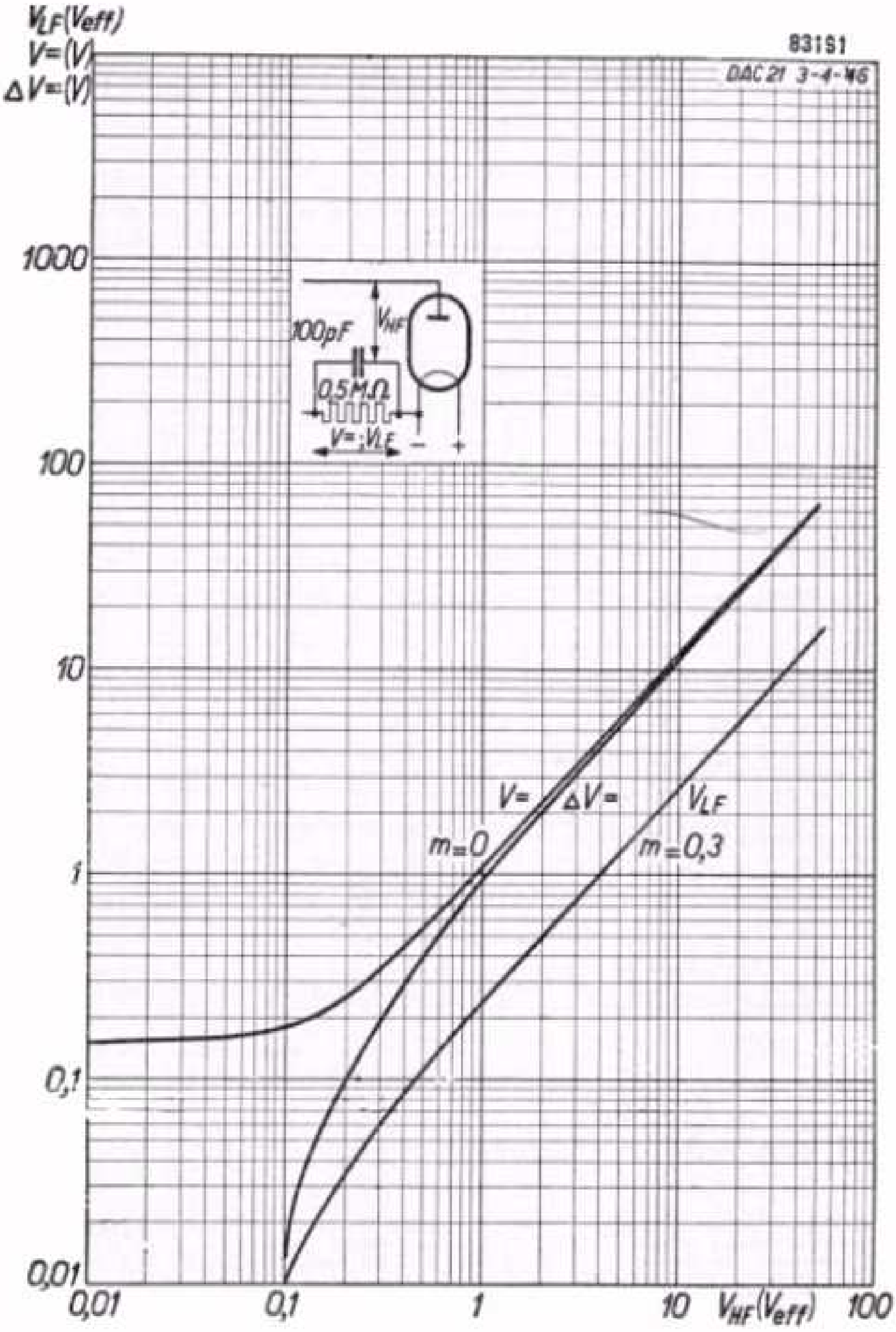
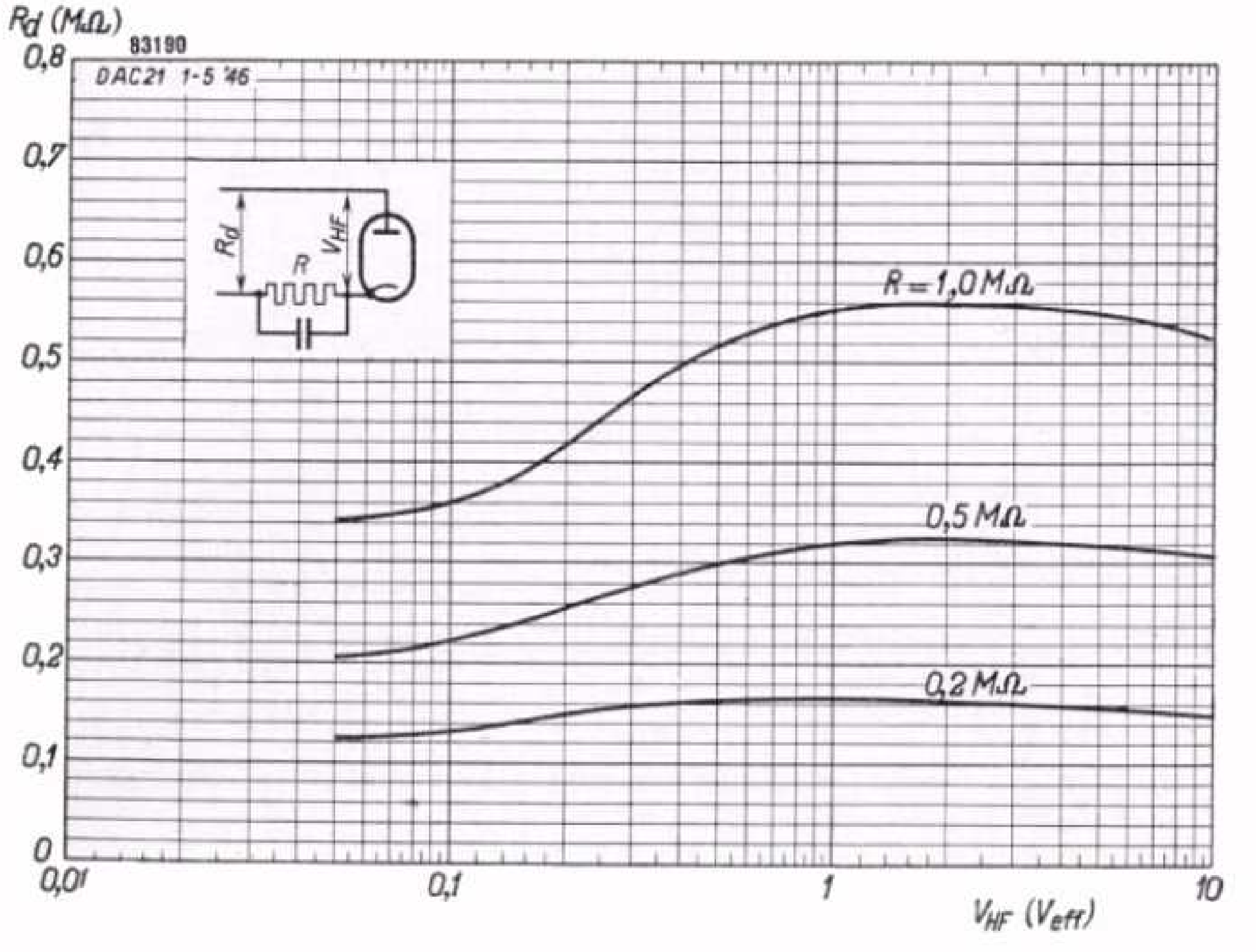


Fig. 38
Gelijkspanning, variatie van de gelijkspanning en de L.F. spanning ontwikkeld over de diodebelastingsweerstand van 0,5 MΩ, als functies van het H.F. signaal, bij een modulatiediepte van 30%.

Fig. 39
Demping van de afgestemde kring voorafgaand aan de detector, als functie van het H.F. signaal, voor verscheidene diodebelastingsweerstanden.



EINDPENTODE DL 92

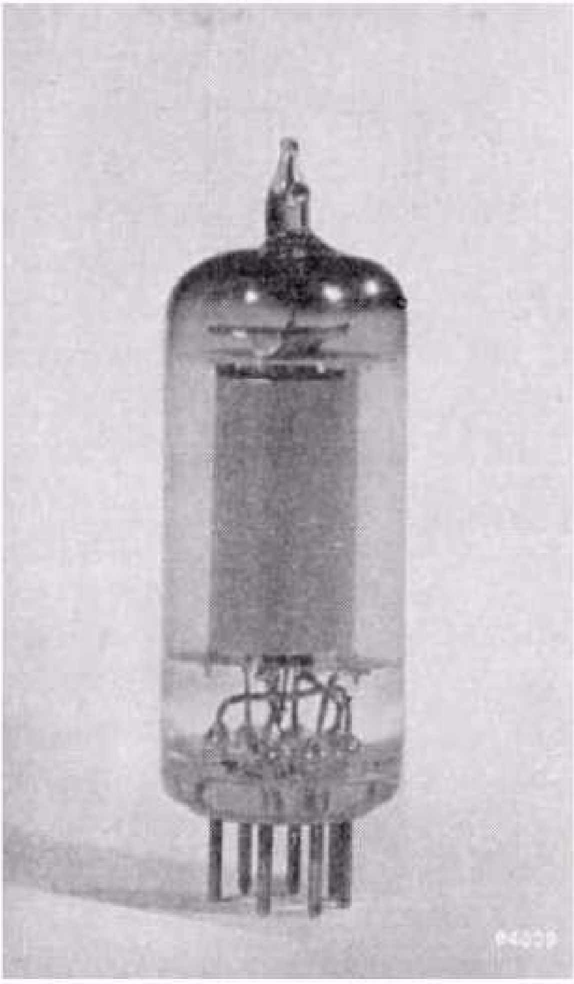


Fig. 40
Eindpentode DL 92

De buis DL 92 is een eindpentode in miniatuuruitvoering, die op de eerste plaats is bedoeld als eindbuis in zeer kleine droge-batterij ontvangers. Daarom is bijzondere aandacht besteed aan de werking bij anode- en schermroosterspanningen van 67,5 V. In deze instelling kan een uitgangsvermogen van 180 mW worden verkregen als de beide gloeidraden parallel worden verbonden, en van 160 mW bij serieschakeling van de gloeidraden. De ingangsspanning is in beide gevallen 5,5 V_{eff}. Een groter uitgangsvermogen kan worden verkregen als de anodespanning wordt verhoogd tot 90 V; de schermroosterspanning blijft 67,5 V. In deze instelling is het uitgangsvermogen 270 mW bij parallelschakeling van de gloeidraden, en 235 mW bij serieschakeling, eveneens met een ingangsspanning van 5,5 V_{eff}.

Daar de eindbuis DL 92 speciaal is ontworpen voor lage voedingsspanningen, kan ze ook worden gebruikt met anode- en schermroosterspanningen van 45 V. Het uitgangsvermogen is dan uiteraard aanmerkelijk lager, maar toch nog voldoende voor verscheidene toepassingen. Met parallel geschakelde gloeidraden is 65 mW beschikbaar, bij serieschakeling 50 mW.

Vooral wanneer de buis bij lage anodespanning wordt gebruikt, is het zaak veel aandacht aan de aanpassing met de luidspreker te besteden, daar dan het uitgangsvermogen zo laag is, dat men het rendement zo gunstig mogelijk moet maken.

GEGEVENS VAN DE EINDPENTODE DL 92

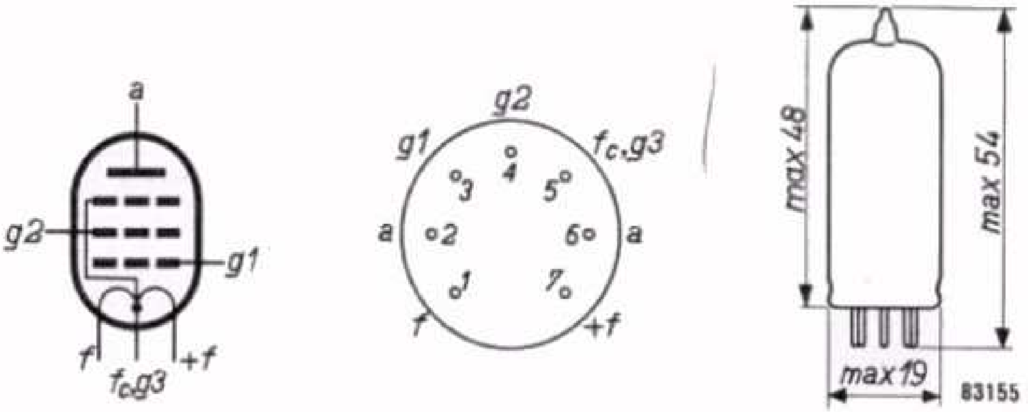


Fig. 41
Electrodenschema, aansluitingen en afmetingen van de DL 92.

Gloeidraadgegevens

Gloeidraad direct verhit door batterij, gelijkstroom of gelijkgerichte wisselstroom; serie- of parallelvoeding.

Parallelvoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,4	2,8 V
Gloeistroom	I_f	=	100	50 mA
Aansluitpennen			5—(1+7)	1—7

Serievoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,3	2,6 V
Aansluitpennen			5—(1+7)	1—7

Capaciteiten

Ingangscapaciteit	C_{g1}	=	4,35 pF
Uitgangscapaciteit	C_a	=	6,0 pF
Capaciteit tussen anode en stuurrooster . .	C_{ag1}	<	0,4 pF

Instelgegevens

A. Met $V_f = 1,4$ V; $I_f = 0,1$ A

Anodespanning	V_a	=	45	41	67,5	61	90	84	V
Schermroosterspanning . .	V_{g2}	=	45	41	67,5	61	67,5	*)	V
Stuurroosterspanning . . .	V_{g1}	=	—4,5	—3,5	—7	—6	—7	—6,5	V
Anodestroom	I_a	=	3,8	4,0	7,2	6,6	7,4	8	mA
Schermroosterstroom . . .	I_{g2}	=	0,8	0,8	1,5	1,4	1,4	1,7	mA
Steilheid	S	=	1,25	1,3	1,55	1,5	1,57	1,55	mA/V
Versterkingsfactor tussen schermrooster en stuurrooster	μ_{g2g1}	=	5	4,5	5	4,5	5	4,5	
Inwendige weerstand . . .	R_i	=	100	90	100	100	100	100	k Ω

*) $R_{g2} = 10$ k Ω, ontkoppeld met 0,5 μF ($V_{bg2} = 84$ V).

Aanpassingsweerstand	R_a	=	8	7	5	7	8	7 kΩ
Uitgangsvermogen	W_o	=	65	45	180	125	270	190 mW
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	3,5	2,9	5,5	4,5	5,5	5,1 V_{eff}
Totale vervorming	d_{tot}	=	12	13	10	14	12	13 %
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	2,8	—	2,5	2,0	1,95	1,9 V_{eff}

B. Met V_f = 2,8 V; I_f = 0,05 A

Anodespanning	V_a	=	45	41	67,5	61	90	84 V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	45	41	67,5	61	67,5	*) V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—4,5	—3,5	—7	—5,5	—7	—6 V
Anodestroom	I_a	=	3,0	3,2	6,0	6,5	6,1	7,6 mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	0,7	0,7	1,2	1,4	1,1	1,6 mA
Steilheid	S	=	1,1	1,15	1,4	1,45	1,42	1,5 mA/V
Versterkingsfactor tussen schermrooster en stuurrooster	μ_{g2g1}	=	5	4,5	5	4,5	5	4,5
Inwendige weerstand	R_i	=	100	110	100	100	100	105 kΩ
Aanpassingsweerstand	R_a	=	8	7	5	7	8	7 kΩ
Uitgangsvermogen	W_o	=	50	38	160	120	235	180 mW
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	3,5	2,8	5,5	4,4	4,7	4,7 V_{eff}
Totale vervorming	d_{tot}	=	12,5	13	12	14	13	13 %
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	3,5	—	2,5	2,0	1,95	1,9 V_{eff}

Grensgegevens

Voedingsspanning	V_b	max.	90 V
Anodespanning	V_a	max.	90 V
Anodedissipatie	W_a	max.	0,7 W
Schermroosterspanning	V_{g2}	max.	67,5 V
Schermroosterdissipatie	W_{g2}	max.	0,2 W
Katodestroom	I_k	max.	11 mA
Uitwendige weerstand tussen stuurrooster en min gloeidraad	R_{g1}	max.	2 MΩ
Beginpunt roosterstroom I_{g1} = + 0,3 μA	V_{g1}	max.	—0,2 V

*) R_{g2} = 10 kΩ, ontkoppeld met 0,5 μF (V_{bg2} = 84 V).

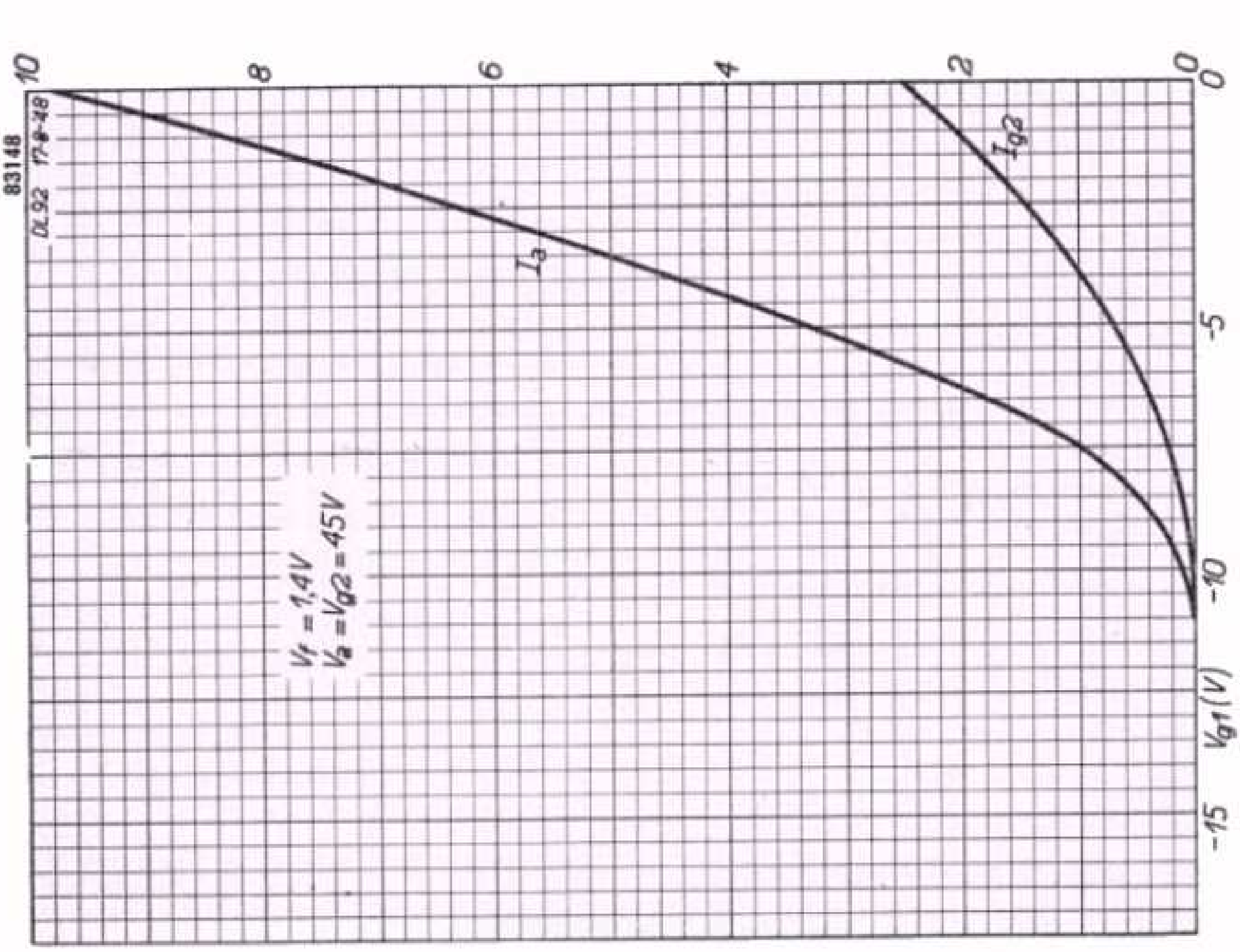


Fig. 42

Anodestroom en schermroosterstroom als functies van de stuurroosterspanning, bij anode- en schermroosterspanningen van 45 V, en de beide gloeidraadhelften parallel geschakeld (V_f = 1,4 V; I_f = 0,1 A).

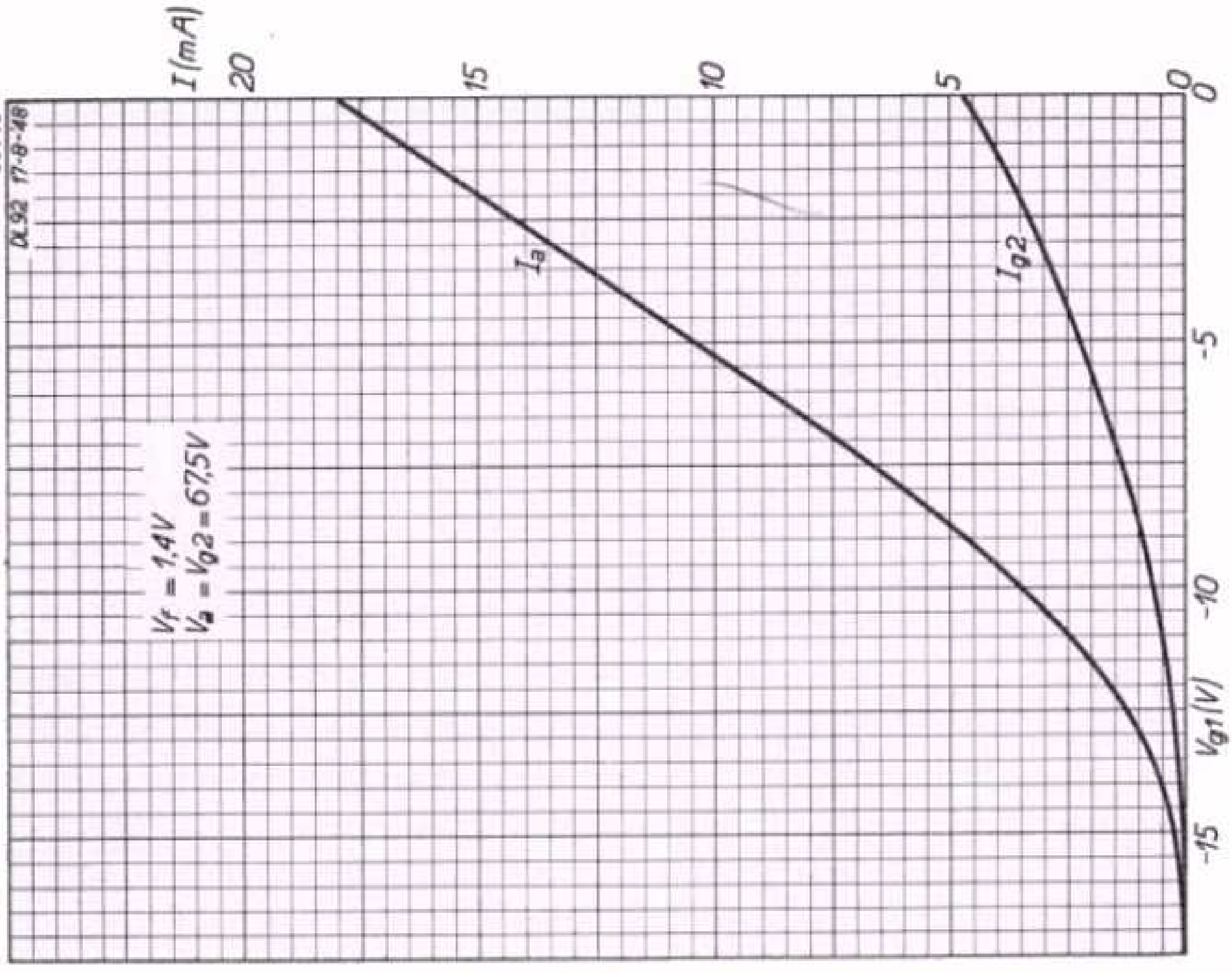


Fig. 43

Als fig. 42, doch voor anode- en schermroosterspanningen van 67,5 V.

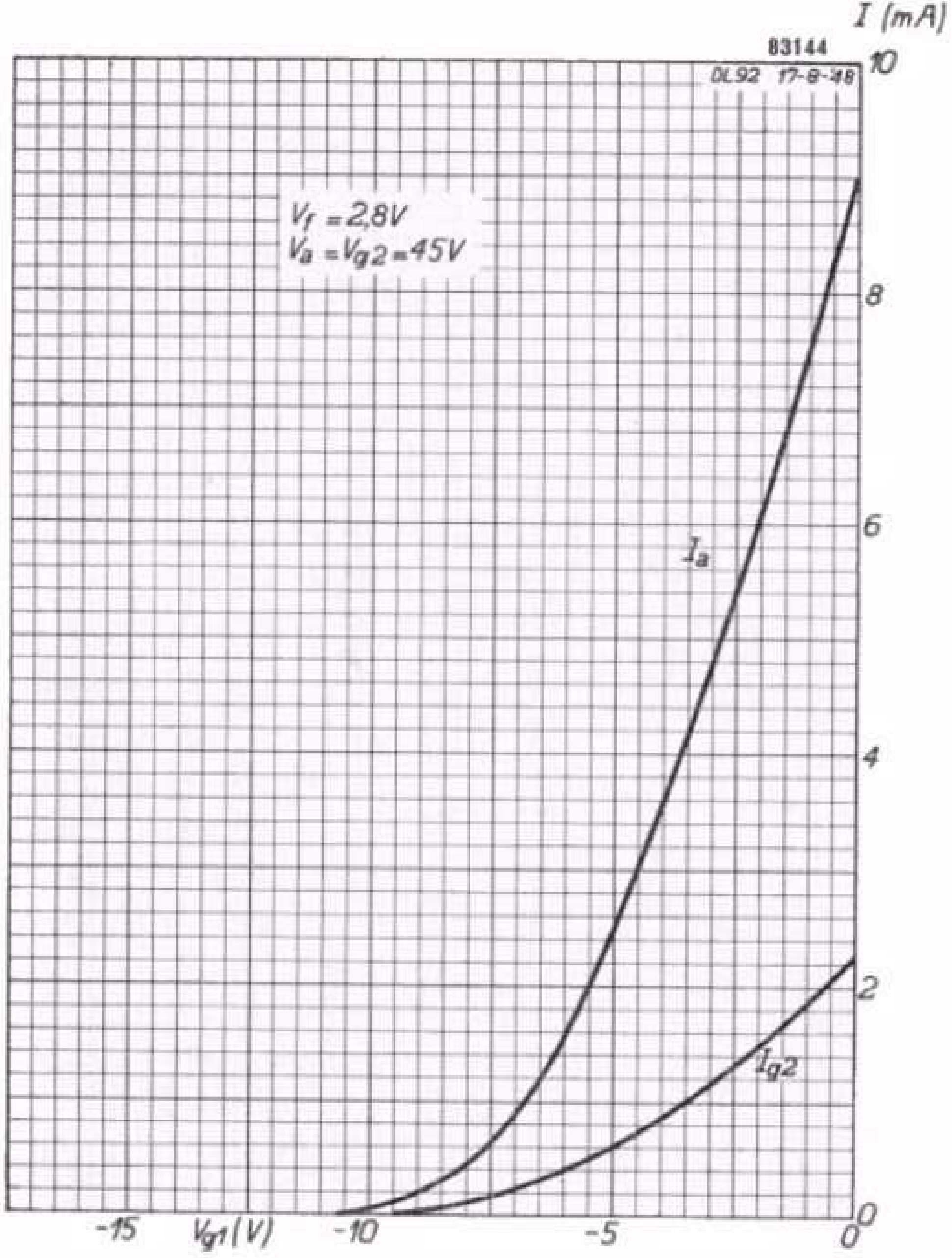


Fig. 44
Als fig. 42, doch voor serieschakeling van de gloeidraden (V_f = 2,8 V; I_f = 0,05 A).

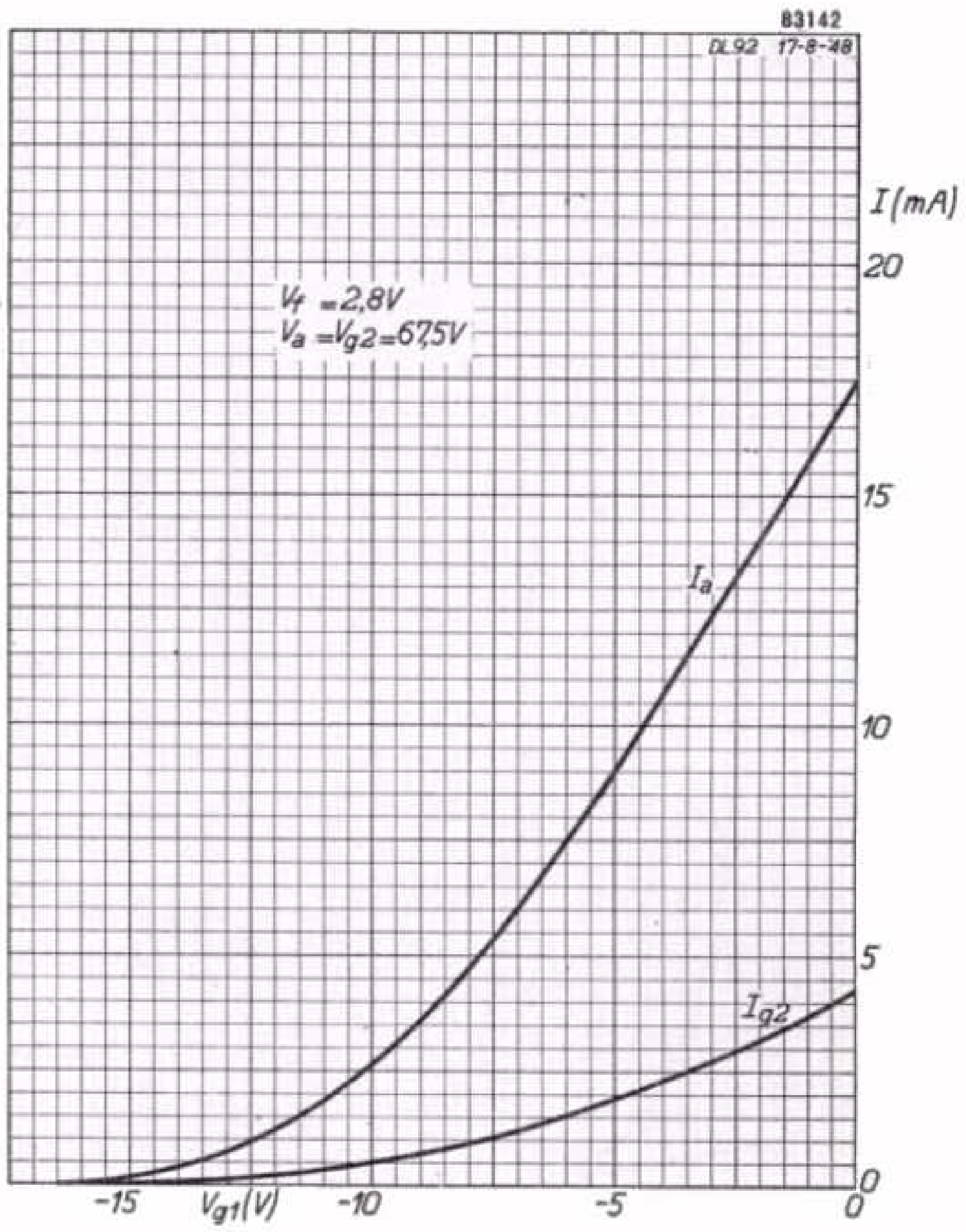


Fig. 45
Als fig. 44, doch voor anode- en schermroosterspanningen van 67,5 V.

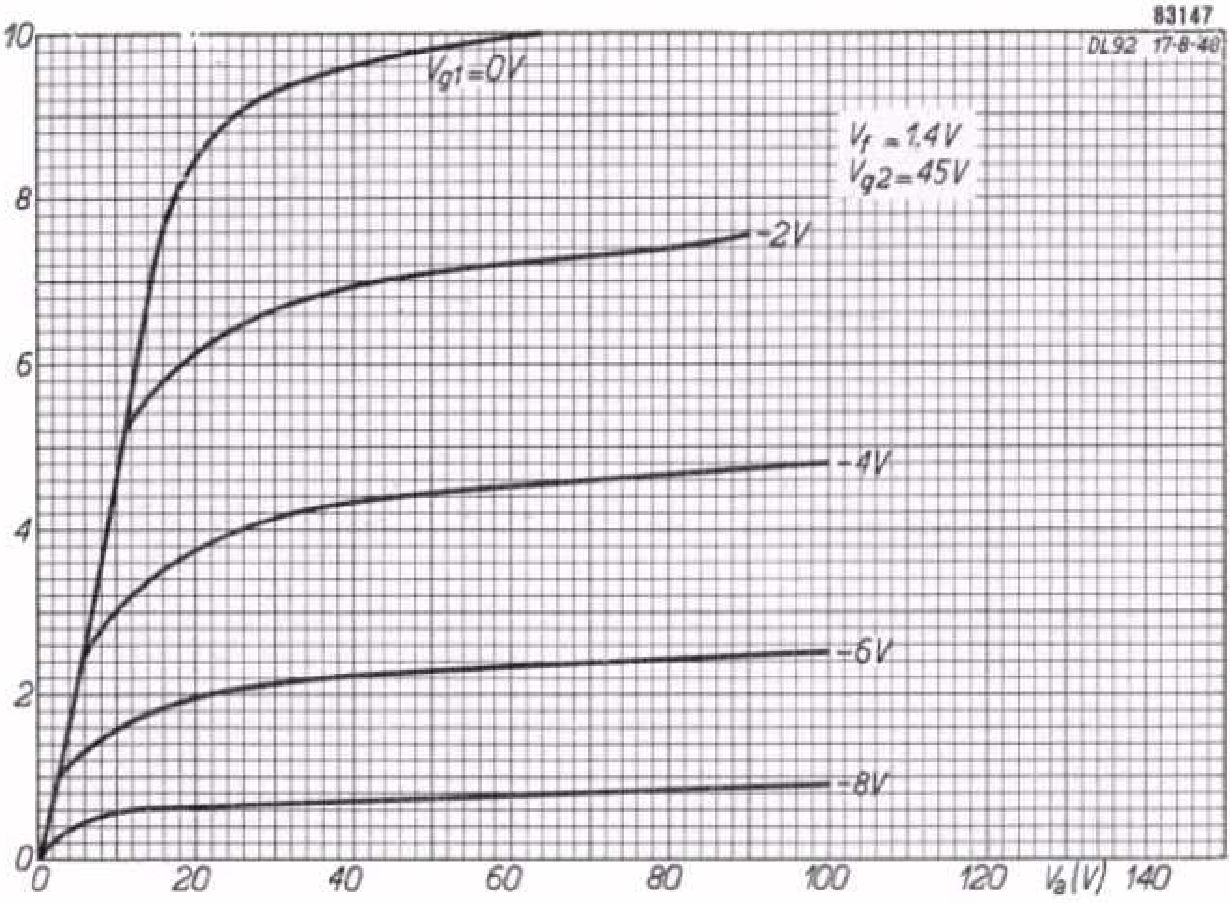


Fig. 46
Anodestroom als functie van de anodespanning bij verscheidene stuurroosterspanningen, een schermroosterspanning van 45 V, een gloeispanning van 1,4 V en een gloeistroom van 0,1 A.

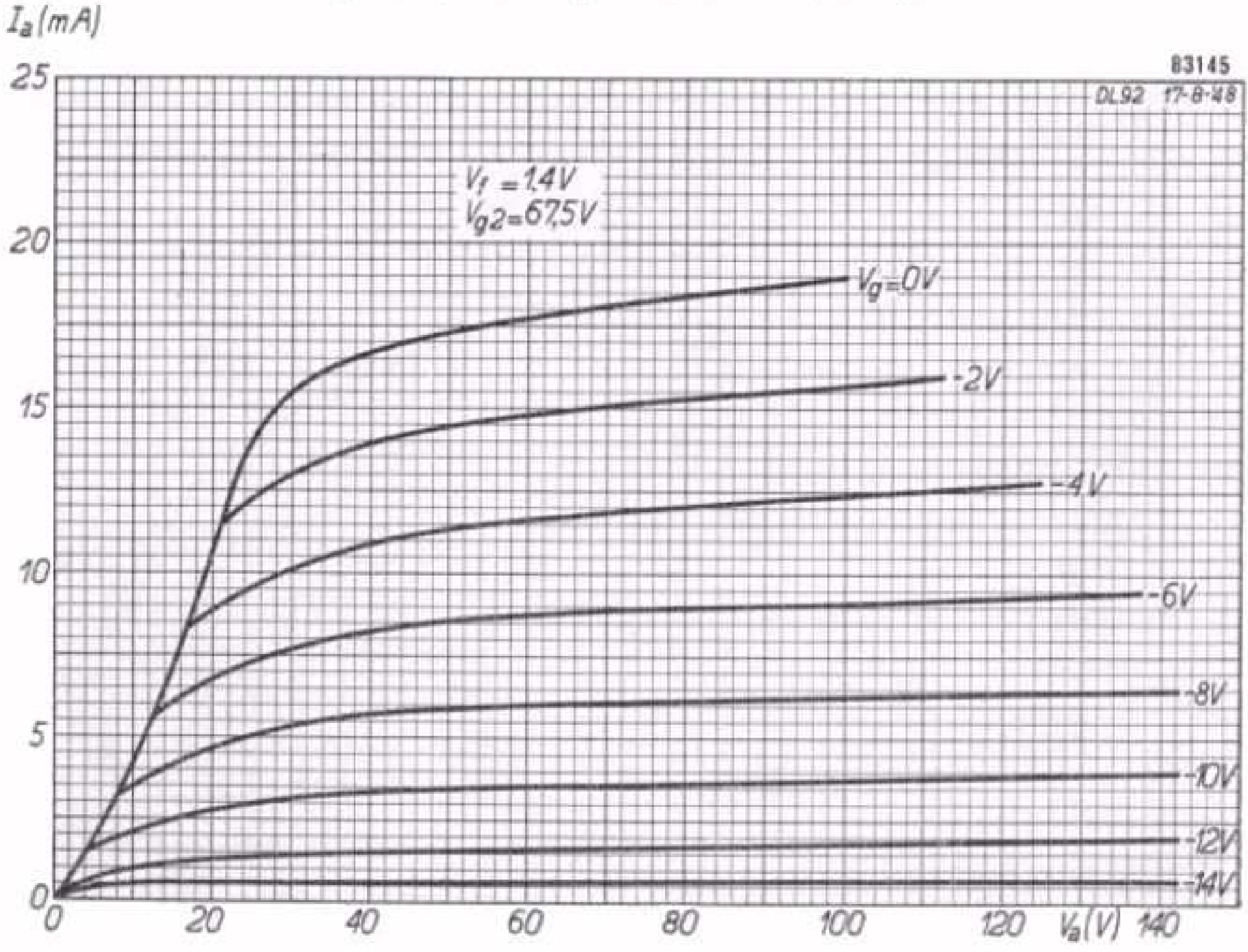


Fig. 47
Als fig. 46, doch bij een schermroosterspanning van 67,5 V.

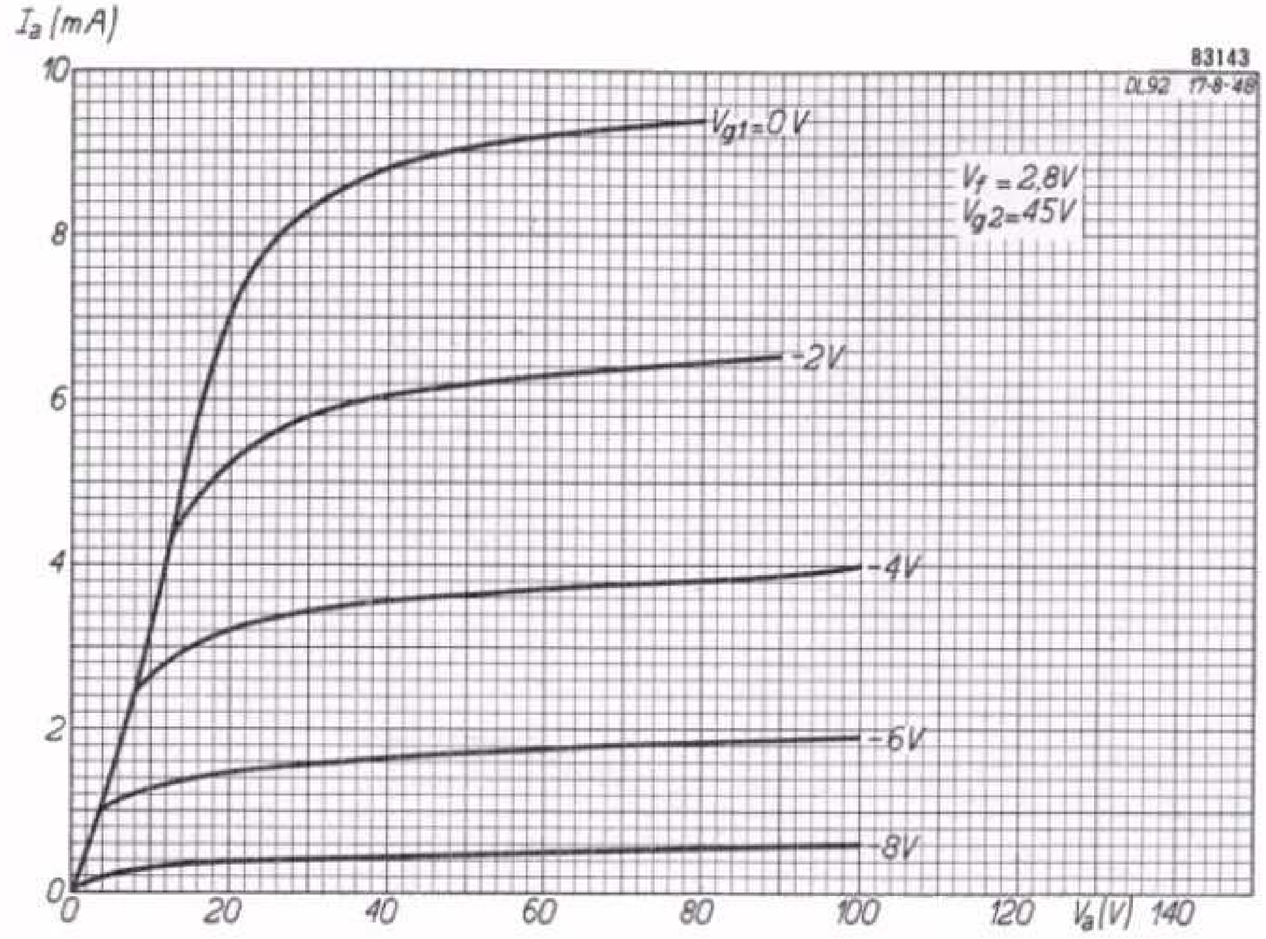


Fig. 48

Als fig. 46, doch bij een gloeispanning van 2,8 V (I_f = 0,05 A).

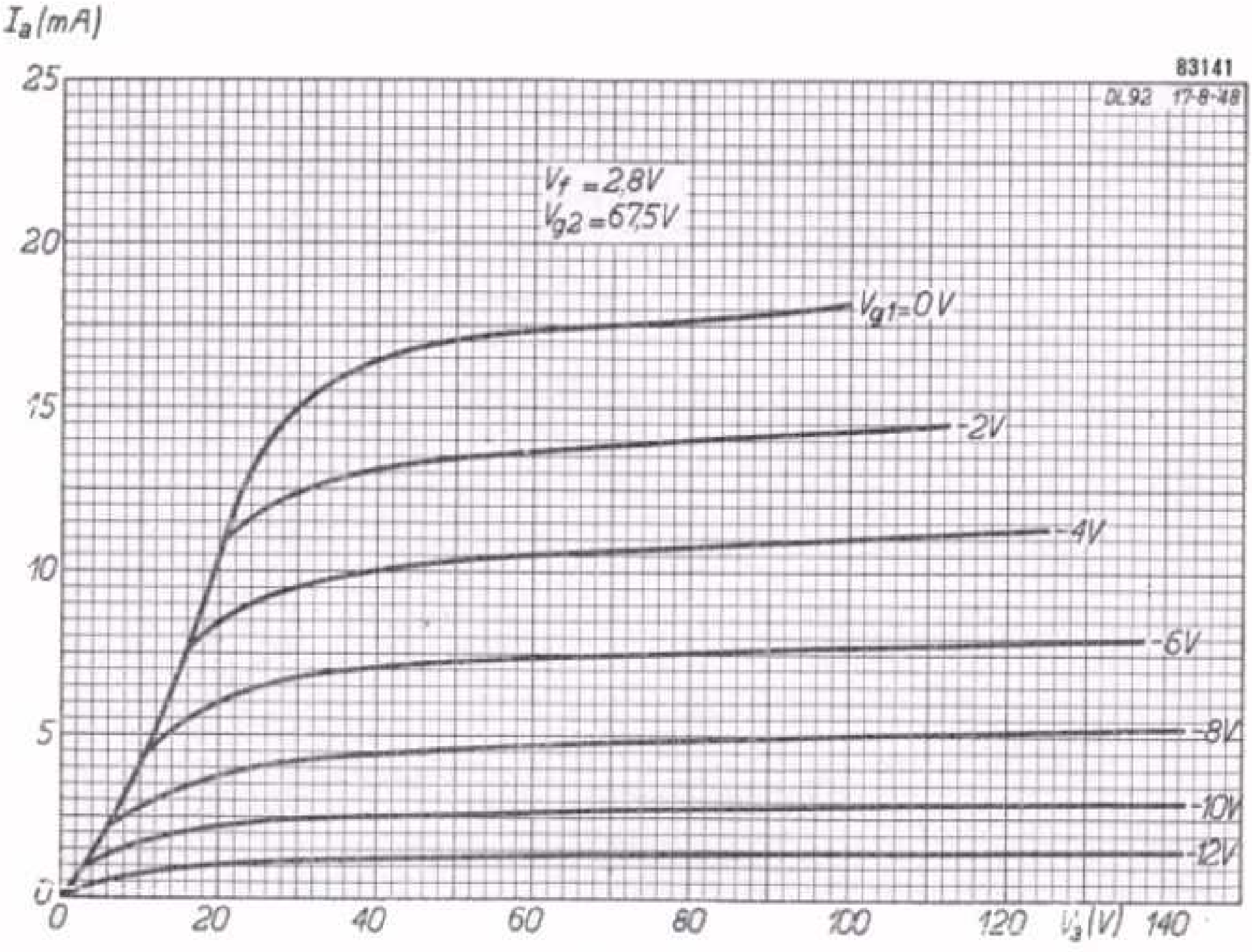


Fig. 49

Als fig. 48, doch bij een schermroosterspanning van 67,5 V.

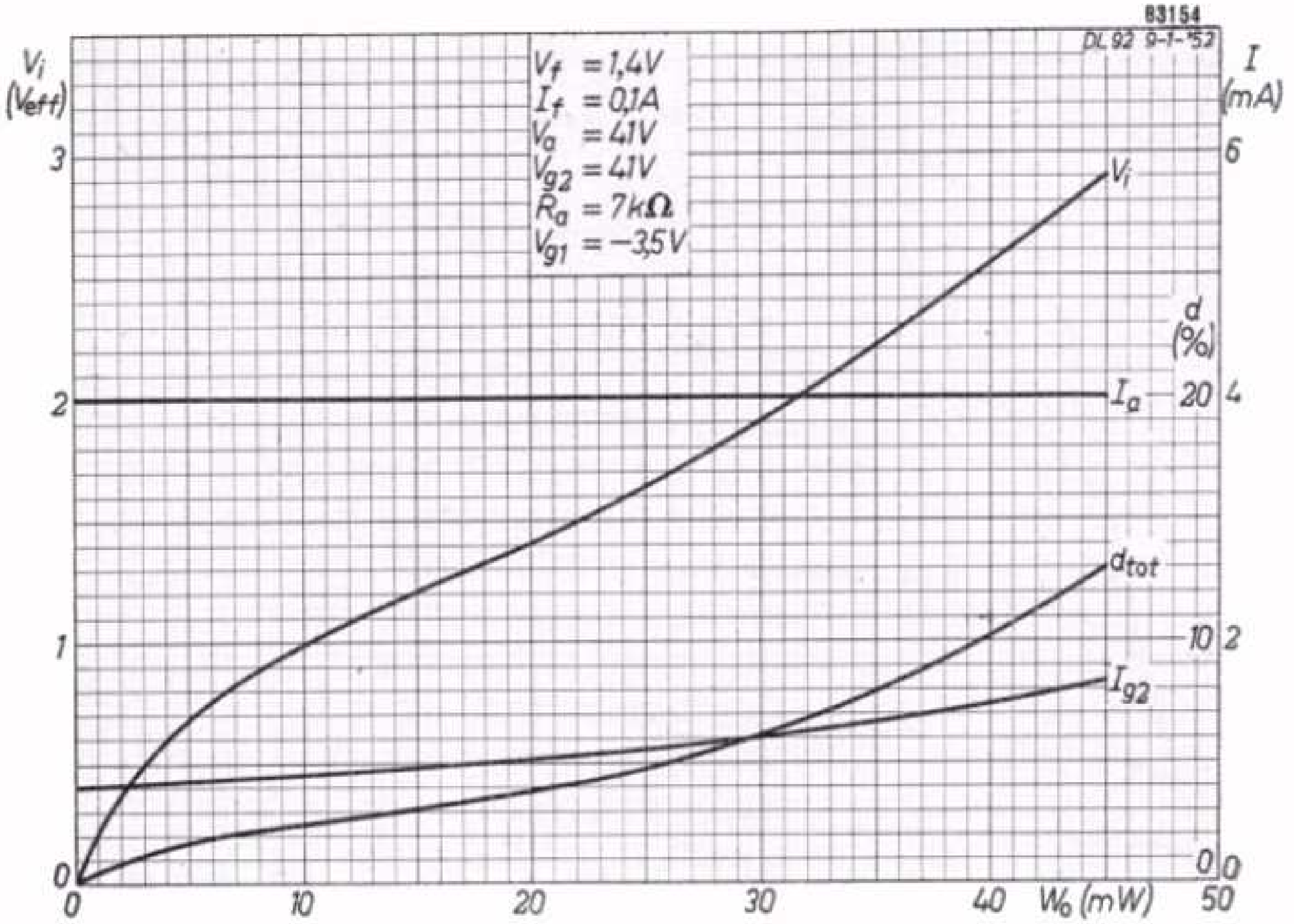


Fig. 50

Anodestroom, schermroosterstroom, ingangs-wisselspanning en totale vervorming als functies van het uitgangsvermogen, bij een voedingsspanning van 45 V, V_f = 1,4 V, I_f = 0,1 A.

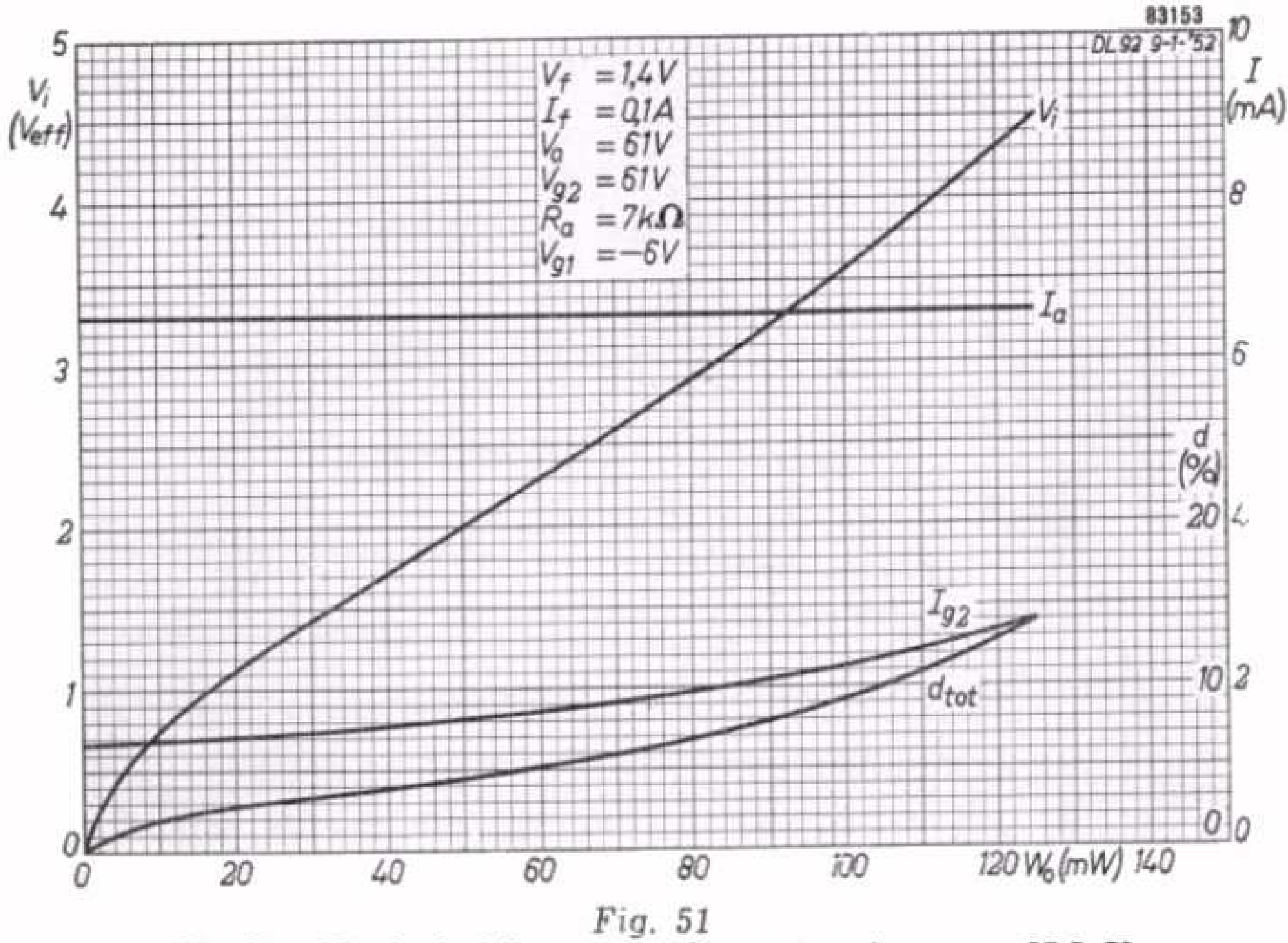


Fig. 51

Als fig. 50, doch bij een voedingsspanning van 67,5 V.

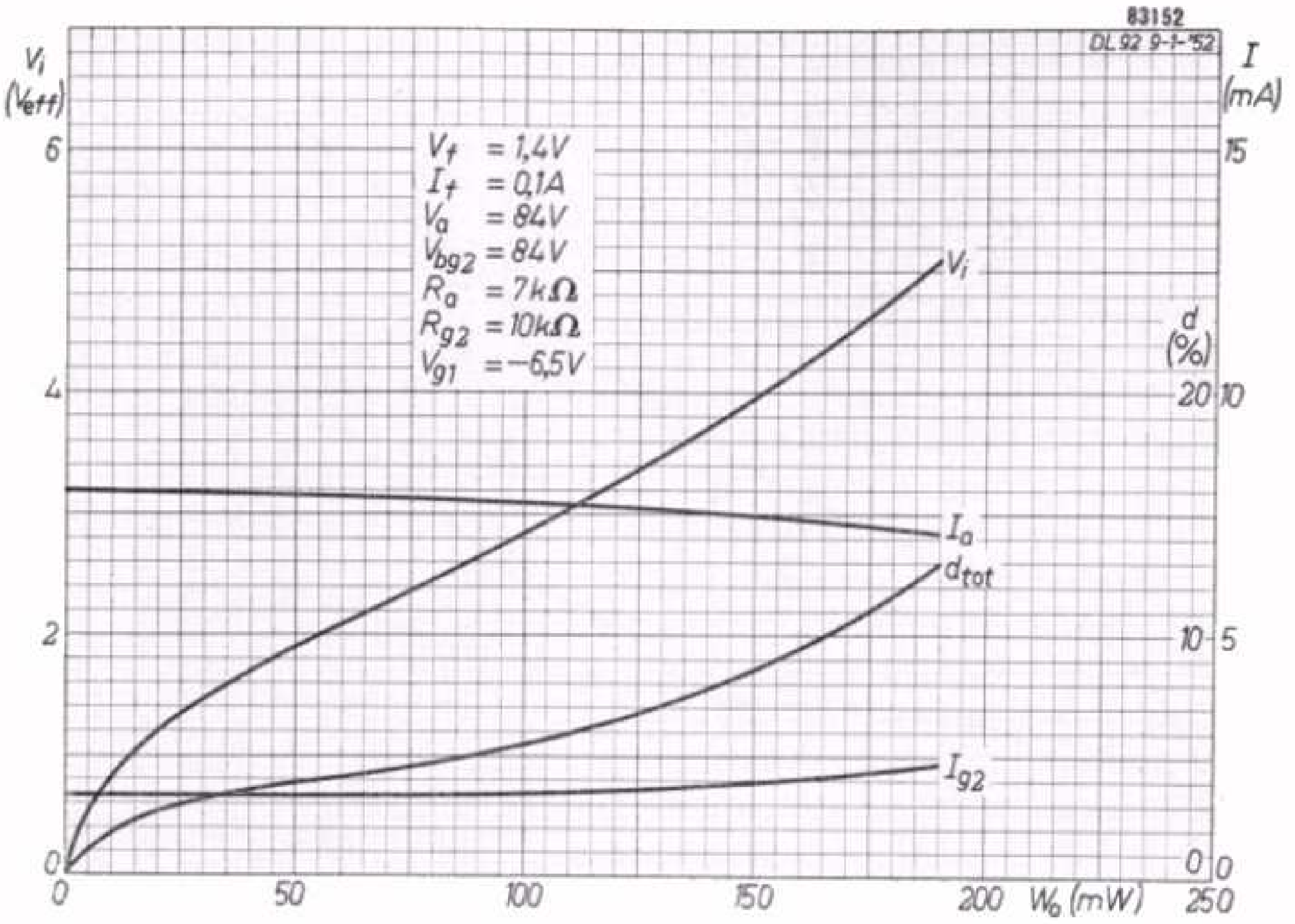


Fig. 52 Als fig. 50, doch bij een voedingsspanning van 90 V.

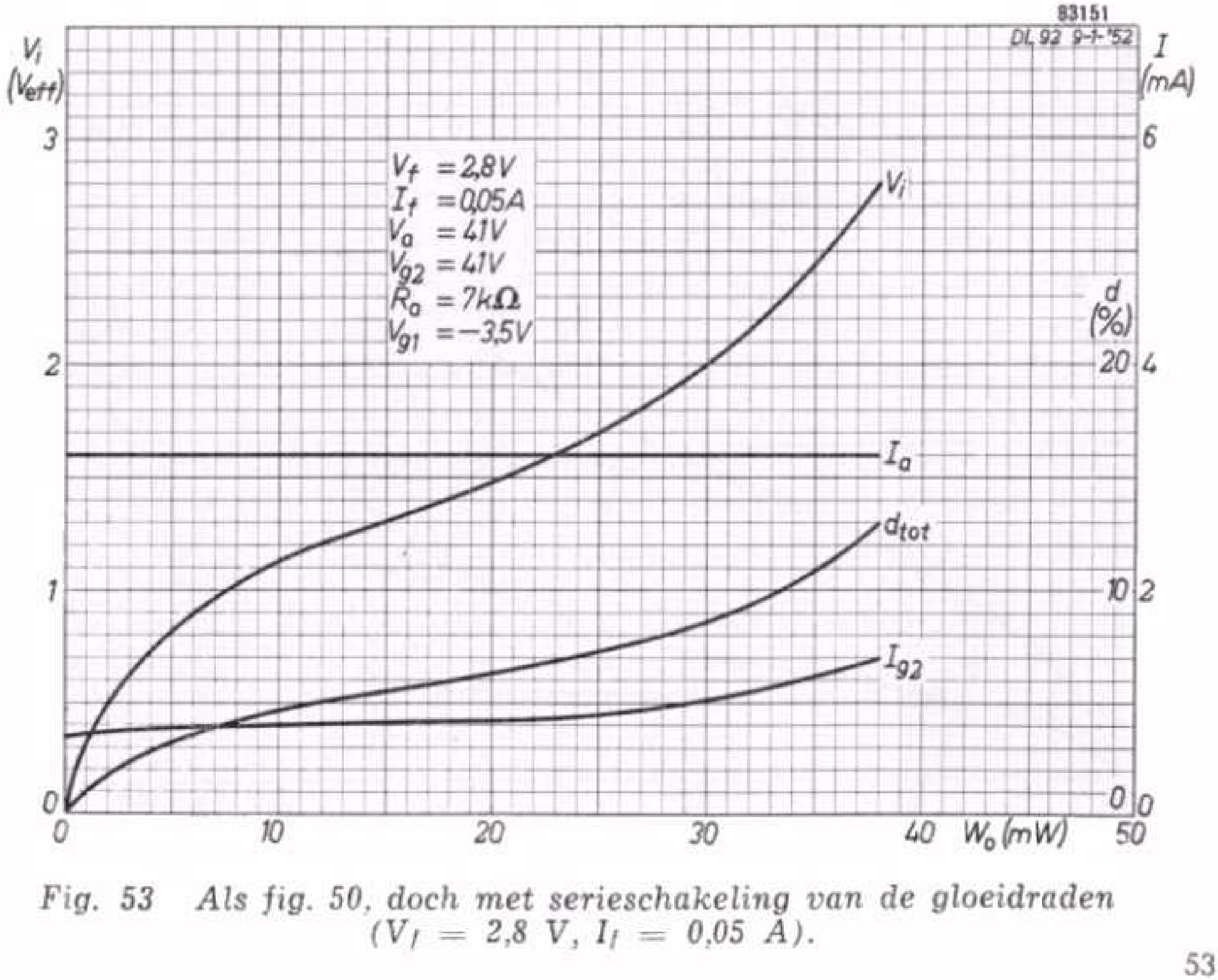


Fig. 53 Als fig. 50, doch met serieschakeling van de gloeidraden (V_f = 2,8 V, I_f = 0,05 A).

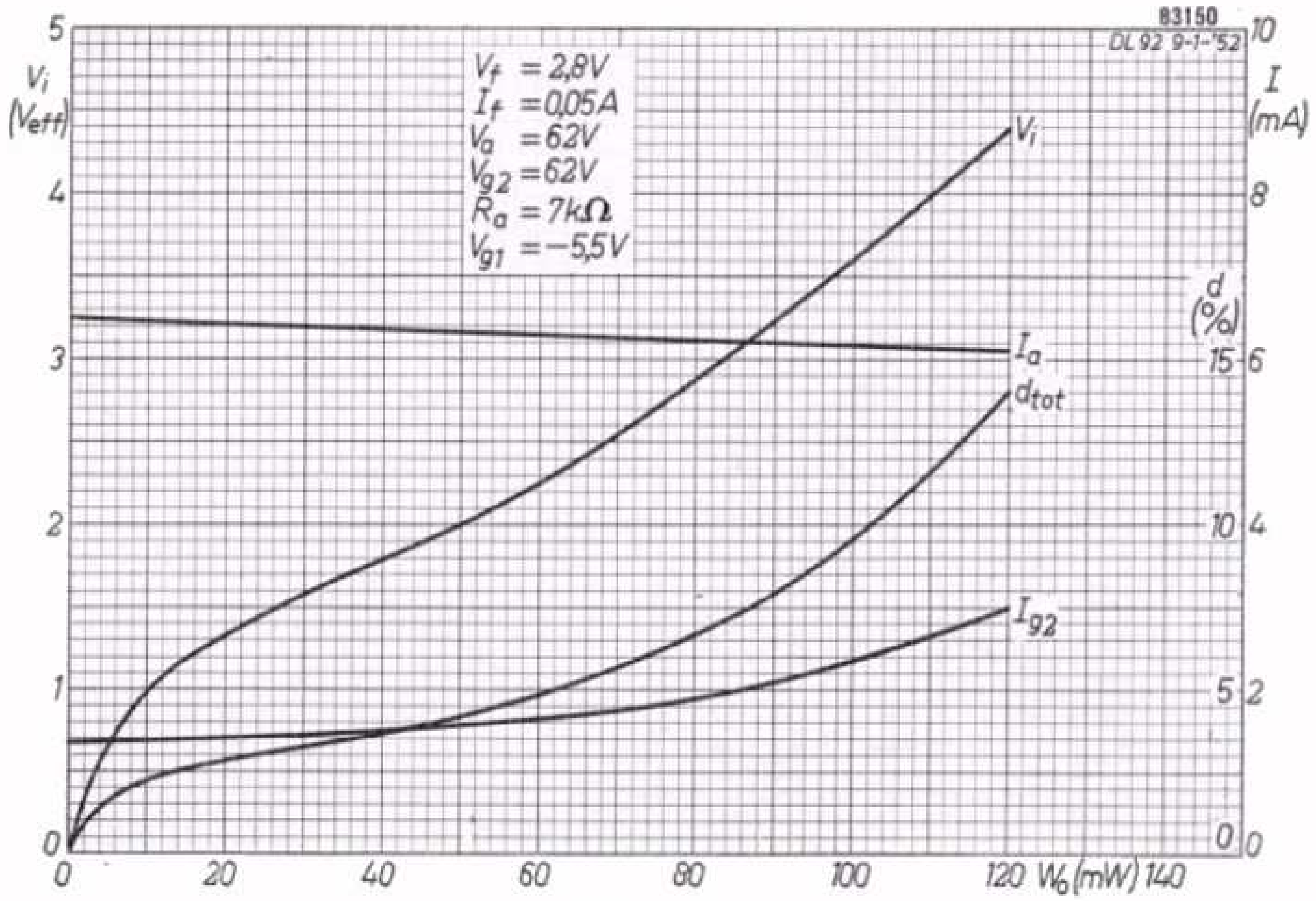


Fig. 54
Als fig. 51, doch met serieschakeling van de gloeidraden.

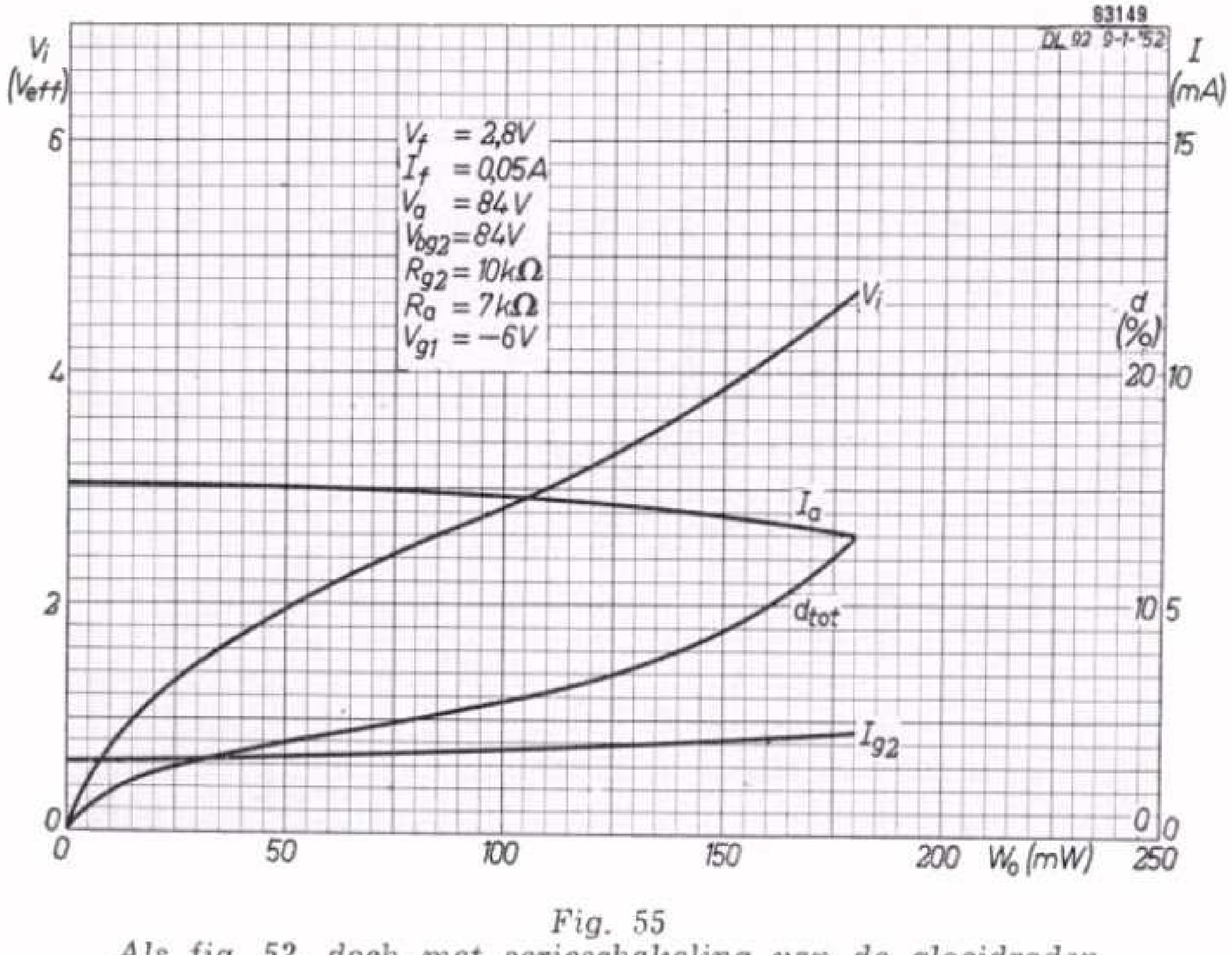


Fig. 55
Als fig. 52, doch met serieschakeling van de gloeidraden.

EINDPENTODE DL 94

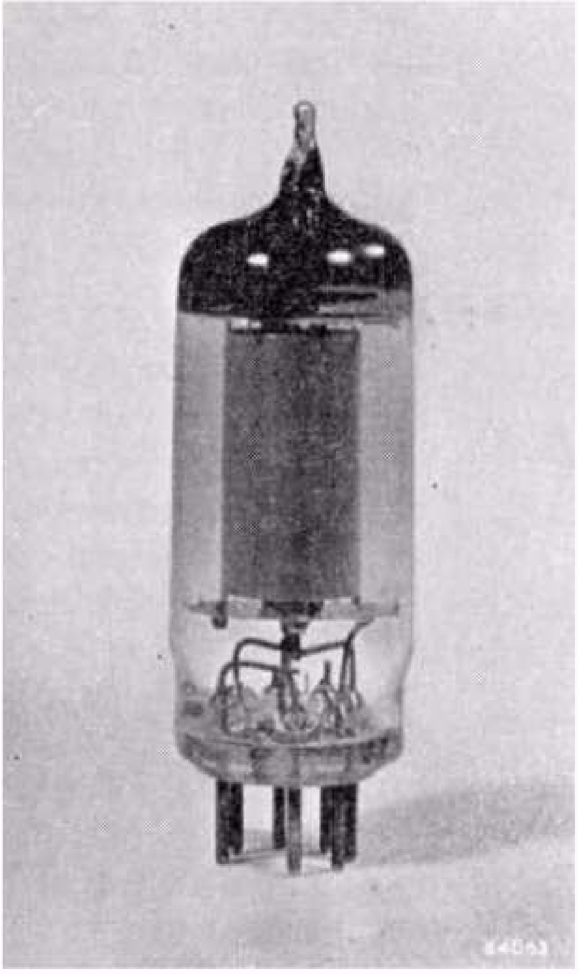


Fig. 56
Eindpentode DL 94.

De miniatuur eindpenthode DL 94 is speciaal ontworpen voor gebruik in ontvangers waarin een voedingsspanning van 90 V of hoger ter beschikking is. Voor lagere voedingsspanningen is de DL 92 het aangewezen type. Het uitgangsvermogen van de DL 94 met beide gloeidraden parallel geschakeld, is 340 mW wanneer de anode- en de schermroosterspanning 90 V zijn. Onder dezelfde omstandigheden, maar met de gloeidraden in serie geschakeld, is het uitgangsvermogen 290 mW. De DL 94 kan in een zogenaamde spaarschakeling worden gebruikt, door slechts een van de gloeidraden te gebruiken; de gloeistroom is dan tot de helft gereduceerd, en de anode en de schermroosterstroom zijn dat eveneens. Deze schakeling is zeer aantrekkelijk voor ABC ontvangers waarin beide gloeidraden worden gebruikt als de ontvanger op het net is aangesloten, en slechts één bij batterijontvangst. Dit brengt wel de complicatie mee, dat de luidspreker op een andere aftakking van de uitgangstransformator moet worden aangesloten, daar de gunstigste aanpassingsweerstand bij gebruik van één gloeidraad 20 kΩ is, en bij gebruik van beide in serie 10 kΩ.

Wanneer een groot uitgangsvermogen wordt verlangd, kunnen twee buizen DL 94 in een klasse-B balansschakeling worden gebruikt met anodespanningen van 120 of 150 V. Alhoewel door het toevoegen van een extra eindbuis in een ontvanger, het totale gloeistroomverbruik toeneemt, is het gemiddelde verbruik van de hoogspanningsbatterij voor twee eindbuizen in klasse-B balansschakeling gewoonlijk lager dan voor een enkele buis in klasse-A instelling. Met anodespanningen van 150 V, is het uitgangsvermogen van twee buizen DL 94 in klasse-B balansschakeling ruim 2 W.

GEGEVENS VAN DE EINDPENTODE DL 94

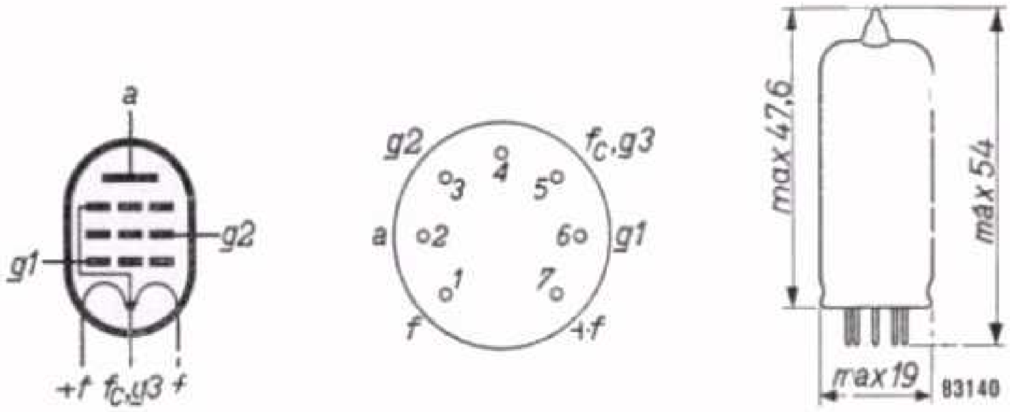


Fig. 57
Electrodenschema, aansluitingen en afmetingen van de DL 94.

Gloeidraadgegevens

Gloeidraad direct verhit door batterij, gelijkstroom of gelijkgerichte wisselstroom; serie- of parallelvoeding.

Parallelvoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,4	2,8 V
Gloeistroom	I_f	=	100	50 mA
Aansluitpennen			5—(1+7)	1—7

Serievoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,3	2,6 V
Aansluitpennen			5—(1+7)	1—7

Capaciteiten

Ingangscapaciteit	C_{g1}	=	5,0 pF
Uitgangscapaciteit	C_a	=	3,8 pF
Capaciteit tussen anode en stuurrooster . . .	C_{ga1}	<	0,40 pF

Instelgegevens (één buis in klasse-A instelling)

A. V_f = 1,4 V; I_f = 0,05 A (één gloeidraad)

Anodespanning	V_a	=	90	86	120	113 V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	90	86	120	113 V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—5,5	—4,5	—8,5	—7,5 V
Anodestroom	I_a	=	4,0	4,5	5,0	5,0 mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	0,8	0,9	1,0	1,0 mA
Steilheid	S	=	1,0	1,0	1,0	1,0 mA/V
Versterkingsfactor tussen schermrooster en stuurrooster	μ_{g2g1}	=	7,2	7,2	7,3	7,3
Inwendige weerstand	R_i	=	200	180	200	180 kΩ
Aanpassingsweerstand	R_a	=	20	20	20	20 kΩ

Uitgangsvermogen	W_o	=	180	160	350	300 mW
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	4,7	4,2	7,2	6,3 V_{eff}
Totale vervorming	d_{tot}	=	13	12	15	14,5 %
Uitgangsvermogen (d_{tot} = 10%)	W_o	=	170	150	290	250 mW
Ingangs-wisselspanning (d_{tot} = 10%)	V_i	=	4,1	3,9	5,1	5,1 V_{eff}
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	1,8	1,8	1,7	1,7 V_{eff}

B. V_f = 1,4 V; I_f = 0,1 A (gloeidraden parallel)

Anodespanning	V_a	=	90	86	120	113 V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	90	86	120	113 V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—5,1	—4,5	—8,1	—7,1 V
Anodestroom	I_a	=	8,0	8,0	10	10 mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	1,8	1,8	2,3	2,3 mA
Steilheid	S	=	2,0	2,0	2,0	2,0 mA/V
Versterkingsfactor tussen schermrooster en stuurrooster	μ_{g2g1}	=	7,3	7,3	7,3	7,3
Inwendige weerstand	R_i	=	110	110	110	110 kΩ
Aanpassingsweerstand	R_a	=	8	8	8	8 kΩ
Uitgangsvermogen	W_o	=	340	290	680	570 mW
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	4,5	4,1	6,6	5,9 V_{eff}
Totale vervorming	d_{tot}	=	12	11	15	14 %
Uitgangsvermogen (d_{tot} = 10%)	W_o	=	310	280	550	500 mW
Ingangs-wisselspanning voor d_{tot} = 10%	V_i	=	4,1	4,0	5,0	4,9 V_{eff}
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	1,35	1,35	1,3	1,3 V_{eff}

C. V_f = 2,8 V; I_f = 0,05 A (gloeidraden in serie)

Anodespanning	V_a	=	90	86	120	113 V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	90	86	120	113 V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—4,2	—4,3	—8,1	—7,2 V
Anodestroom	I_a	=	8,0	7,0	9,0	9,0 mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	1,7	1,5	1,8	1,8 mA
Steilheid	S	=	2,0	1,9	2,0	2,0 mA/V
Versterkingsfactor tussen schermrooster en stuurrooster	μ_{g2g1}	=	7,3	7,3	7,3	7,3
Inwendige weerstand	R_i	=	120	120	120	120 kΩ
Aanpassingsweerstand	R_a	=	10	10	10	10 kΩ
Uitgangsvermogen	W_o	=	290	270	620	525 mW
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	4,0	4,0	6,6	6,1 V_{eff}
Totale vervorming	d_{tot}	=	12	11,5	17	16 %
Uitgangsvermogen bij d_{tot} = 10 %	W_o	=	280	250	500	420 mW

Ingangs-wisselspanning voor d_{tot} = 10%	V_i	=	3,8	3,7	4,8	4,4	V_{eff}
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	1,35	1,40	1,35	1,35	V_{eff}

A. V_f = 1,4 V; I_f = 2 × 0,05 A (één gloeidraad per buis)

A. V_f = 1,4 V; I_f = 2 x 0,05 A (één gloeidraad per buis)

Anodespanning	V_a	=	90	85	120	113	V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	90	85	120	113	V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—5,5	—5,4	—8,5	—7,5	V
Anodestroom	I_a	=	2×4	2×3,25	2×5	2×5	mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	2×0,8	2×0,7	2×1,0	2×1,0	mA
Aanpassingsweerstand	R_{aa}	=	28	28	28	28	kΩ
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	4,8	4,8	7,5	6,6	V_{eff}
Uitgangsvermogen	W_o	=	340	320	750	650	mW
Totale vervorming	d_{tot}	=	8	8	10	10	%
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	1,45	1,5	1,35	1,35	V_{eff}

B. V_f = 1,4 V; I_f = 2 × 0,1 A (vier gloeidraden parallel)

Anodespanning	V_a	=	90	85	120	113	V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	90	85	120	113	V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—5,1	—5,2	—8,1	—7,1	V
Anodestroom	I_a	=	2×8	2×6,5	2×10	2×10	mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	2×1,8	2×1,4	2×2,3	2×2,3	mA
Aanpassingsweerstand	R_{aa}	=	14	14	14	14	kΩ
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	4,4	4,5	6,8	5,9	V_{eff}
Uitgangsvermogen	W_o	=	650	550	1300	1160	mW
Totale vervorming	d_{tot}	=	10	10	10	10	%
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	1,0	1,0	0,95	0,95	V_{eff}

C. V_f = 2,8 V; I_f = 2× 0,05 A (gloeidraden van iedere buis in serie, gloeidraden van beide buizen parallel)

Anodespanning	V_a	=	90	85	120	113	V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	90	85	120	113	V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—5,2	—4,8	—8,2	—7,2	V
Anodestroom	I_a	=	2×6	2×5,5	2×8	2×8	mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	2×1,3	2×1,2	2×1,8	2×1,8	mA
Aanpassingsweerstand	R_{aa}	=	16	16	14	14	kΩ
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	4,8	4,3	6,9	6,0	V
Uitgangsvermogen	W_o	=	550	500	1200	1000	mW
Totale vervorming	d_{tot}	=	10	10	10	10	%
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	1,1	1,1	1,05	1,05	V_{eff}

Instelgegevens (twee buizen in klasse-B balansinstelling)

A. V_f = 1,4 V; I_f = 2 × 0,05 A (één gloeidraad per buis)

Anodespanning	V_a =	90		82		V
Schermroosterspanning	V_{g2} =	90		82		V
Stuurroosterspanning	V_{g1} =	—8,5		—7,5		V
Aanpassingsweerstand	R_{aa} =	28		28		k Ω
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i =	2,5		2,6		V_{eff}
Ingangs-wisselspanning	V_i =	0	7,2	0	6,4	V_{eff}
Anodestroom	I_a =	2×1	2×3,2	2×1	2×3	mA
Schermroosterstroom	I_{g2} =	2×0,2	2×1,05	2×0,2	2×1	mA
Uitgangsvermogen	W_o =	0	300	0	265	mW
Totale vervorming	d_{tot} =	—	3,5	—	4	%

B. V_f = 1,4 V; I_f = 2 × 0,1 A (vier gloeidraden parallel)

Anodespanning	V_a =	90		82		V
Schermroosterspanning	V_{g2} =	90		82		V
Stuurroosterspanning	V_{g1} =	—9,8		—8,3		V
Aanpassingsweerstand	R_{aa} =	14		14		k Ω
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i =	2		2		V_{eff}
Ingangs-wisselspanning	V_i =	0	8	0	6,6	V_{eff}
Anodestroom	I_a =	2×1,5	2×6,3	2×1,5	2×5,25	mA
Schermroosterstroom	I_{g2} =	2×0,32	2×2,25	2×0,32	2×1,75	mA
Uitgangsvermogen	W_o =	0	580	0	445	mW
Totale vervorming	d_{tot} =	—	5	—	4	%

Anodespanning	V_a =	120		150		V
Schermroosterspanning	V_{g2} =	120		150		V
Stuurroosterspanning	V_{g1} =	—13,7		—17,4		V
Aanpassingsweerstand	R_{aa} =	14		12		k Ω
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i =	2,4		2,3		V_{eff}
Ingangs-wisselspanning	V_i =	0	11	0	13,3	V_{eff}
Anodestroom	I_a =	2×1,5	2×9	2×2	2×12,5	mA
Schermroosterstroom	I_{g2} =	2×0,32	2×3,1	2×0,42	2×4,4	mA
Uitgangsvermogen	W_o =	0	1200	0	2150	mW
Totale vervorming	d_{tot} =	—	5	—	4,5	%

C. V_f = 2,8 V; I_f = 0,05 A (gloeidraden van iedere buis in serie, gloeidraden van beide buizen parallel)

Anodespanning	V_a	=	90		82		V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	90		82		V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—8,8		—7,6		V
Aanpassingsweerstand	R_{aa}	=	14		14		kΩ
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	2,25		2.3		V_{eff}
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	0	7,6	0	6,4	V_{eff}
Anodestroom	I_a	=	2×1,5	2×5,75	2×1,5	2×5,25	mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	2×0,32	2×1,7	2×0,32	2×1,5	mA
Uitgangsvermogen	W_o	=	0	530	0	420	mW
Totale vervorming	d_{tot}	=	—	4	—	3,5	%

Anodespanning	V_a	=	120		150		V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	120		150		V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—13		—16,8		V
Aanpassingsweerstand	R_{aa}	=	14		14		kΩ
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	2,4		2,4		V_{eff}
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	0	10	0	1,3	V_{eff}
Anodestroom	I_a	=	2×1,5	2×8,5	2×2	2×11,5	mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	2×0,32	2×3	2×0,47	2×4,3	mA
Uitgangsvermogen	W_o	=	0	1100	0	2000	mW
Totale vervorming	d_{tot}	=	—	6	—	4,5	%

Instelgegevens (twee buizen in klasse-AB balansschakeling)

A. V_f = 1,4 V; I_f = 2 × 0,1 A (vier gloeidraden parallel)

Anode-voedingsspanning	V_{ba}	=	120		V
Schermrooster-voedingsspanning	V_{bg2}	=	120		V
Katodeweerstand	R_k	=	470		Ω
Aanpassingsweerstand	R_{aa}	=	14		kΩ
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	1,2		V_{eff}
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	0	9,9	V_{eff}
Anodestroom	I_a	=	2×5,7	2×7,65	mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	2×1,25	2×2,9	mA
Uitgangsvermogen	W_o	=	0	900	mW
Totale vervorming	d_{tot}	=	—	5	%

B. $\mathbf{V_f = 2{,}8}$ **V;** $\mathbf{I_f = 2 \times 0{,}05}$ **A** (gloeidraden van iedere buis in serie, gloeidraden van beide buizen parallel)

Anode-voedingsspanning .	V_{ba}	=	120	V
Schermrooster-voedingsspanning	V_{bg2}	=	120	V
Katodeweerstand	R_k	=	470	Ω
Aanpassingsweerstand . .	R_{aa}	=	14	kΩ
Ingangs-wisselspanning voor $W_o = 50$ mW	V_i	=	1,3	V_{eff}
Ingangs-wisselspanning . .	V_i	=	0	9,7 V_{eff}
Anodestroom	I_a	=	2×5,3	2×7,5 mA
Schermroosterstroom . . .	I_{g2}	=	2×1,1	2×2,6 mA
Uitgangsvermogen	W_o	=	0	850 mW
Totale vervorming	d_{tot}	=	—	5 %

N.B. In geval van klasse-AB schakeling, wordt de katodeweerstand opgenomen in de negatieve verbinding van de hoogspanning. Bij de gegeven waarde voor deze weerstand is er rekening mee gehouden, dat een extra stroom vloeit van 5 mA, die afkomstig is van de buizen die aan de balanstrap voorafgaan.

Grensgegevens

Anodespanning	V_a	max.	150 V[1])
Anodedissipatie	W_a	max.	1,2 W
Schermroosterspanning	V_{g2}	max.	150 V[1])
Schermroosterdissipatie . . .	W_{g2}	max.	0,45 W
Katodestroom voor één gloeidraad	I_k	max.	6 mA
Katodestroom voor beide gloeidraden parallel	I_k	max.	12 mA
Katodestroom voor beide gloeidraden in serie	I_k	max.	11 mA
Uitwendige weerstand tussen stuurrooster en min gloeidraad .	R_{g1}	max.	1 MΩ
Beginpunt roosterstroom $I_{g1} = +\ 0{,}3\ \mu A$	V_{g1}	max.	—0,2 V

[1]) Bij afwezigheid van ingangs-wisselspanning mogen de anode- en schermroosterspanningen toenemen tot 180 V maximum, wanneer de gloeidraad is uitgeschakeld mogen de anode- en schermroosterspanningen maximaal 200 V bedragen.

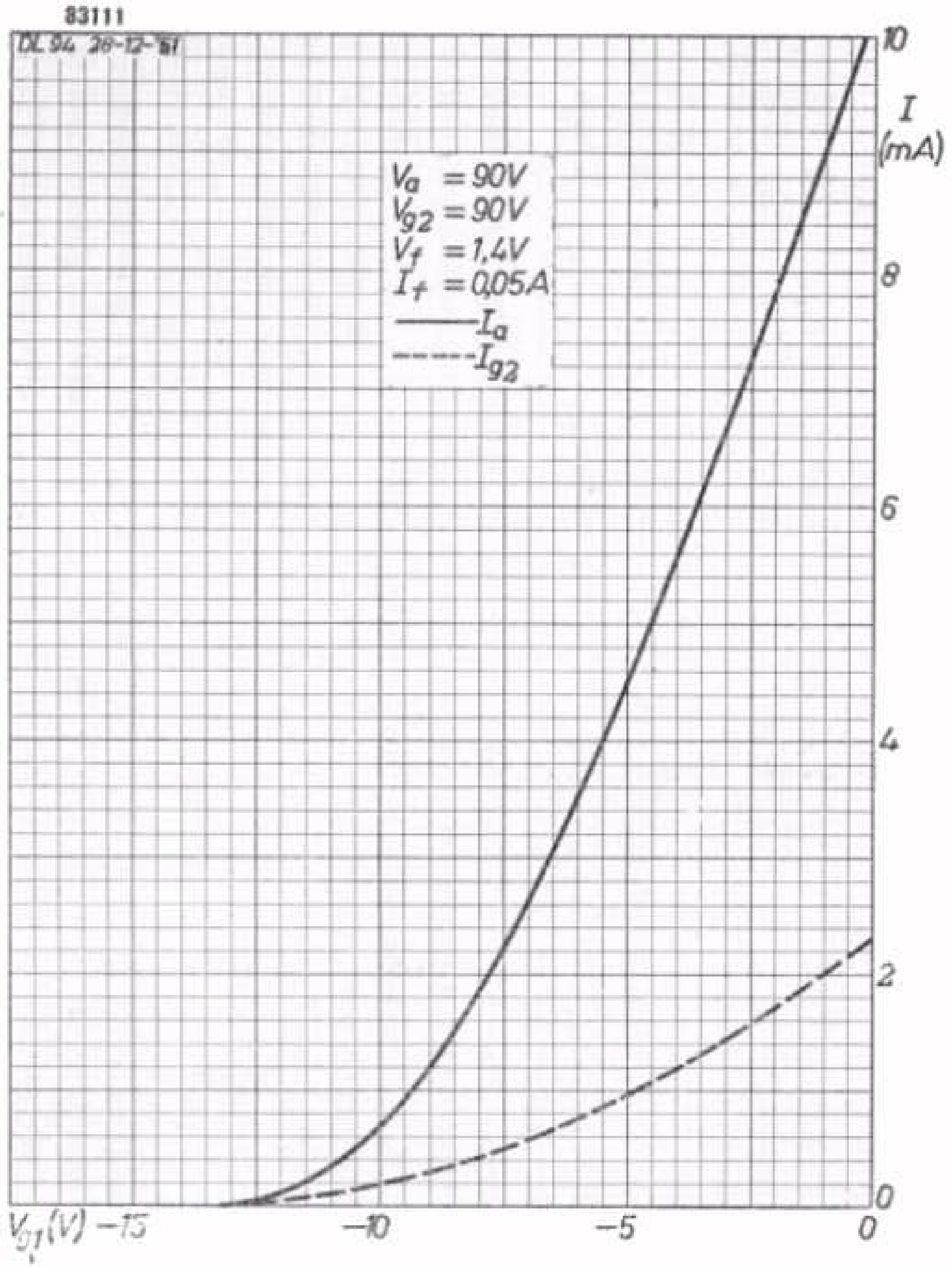


Fig. 58
Anodestroom en schermroosterstroom als functie van de stuurroosterspanning, bij anode- en schermroosterspanningen van 90 V en in spaarschakeling van de gloeidraad (V_f = 1,4 V, I_f = 0,05 A).

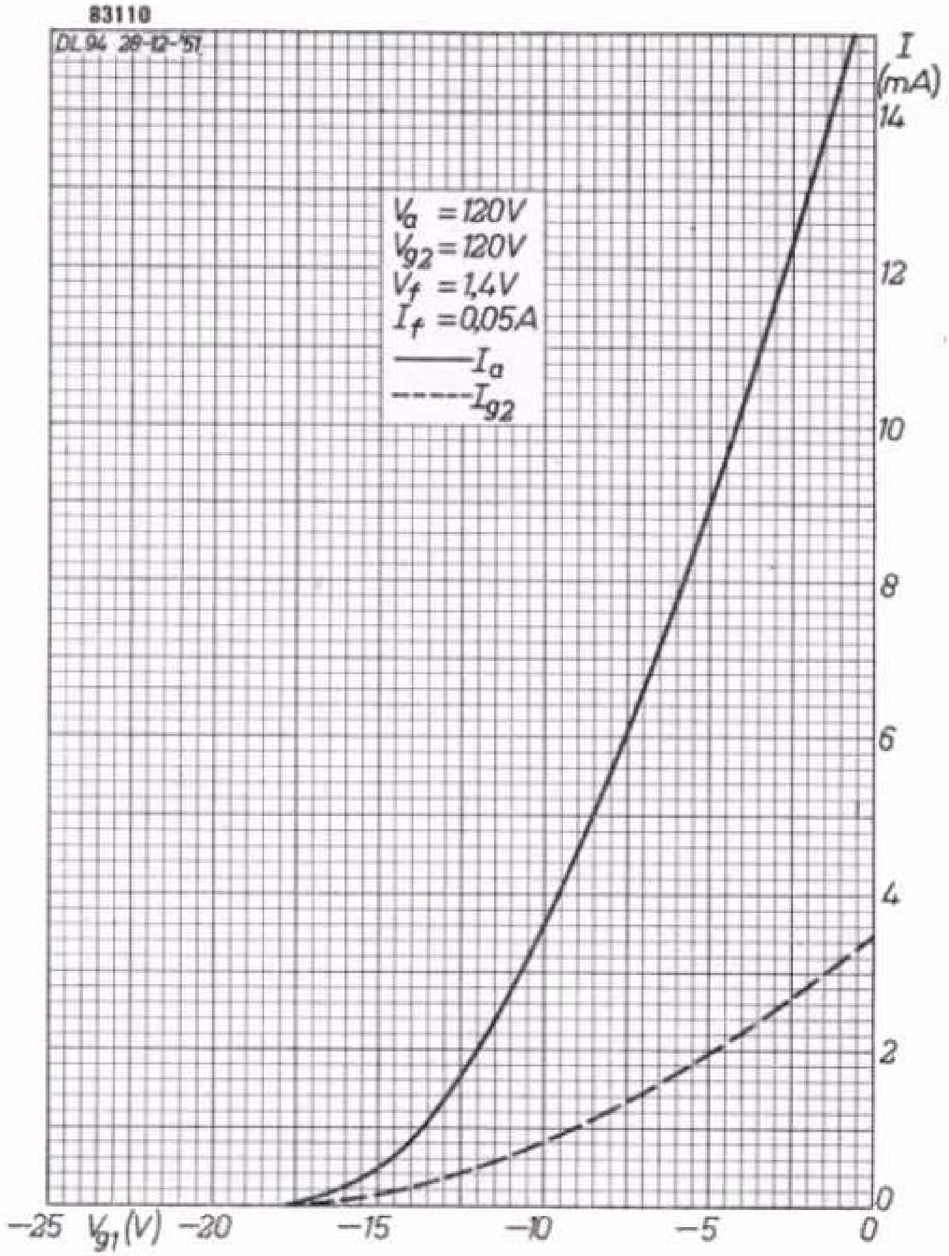


Fig. 59
Als fig. 58, doch bij anode- en schermroosterspanningen van 120 V.

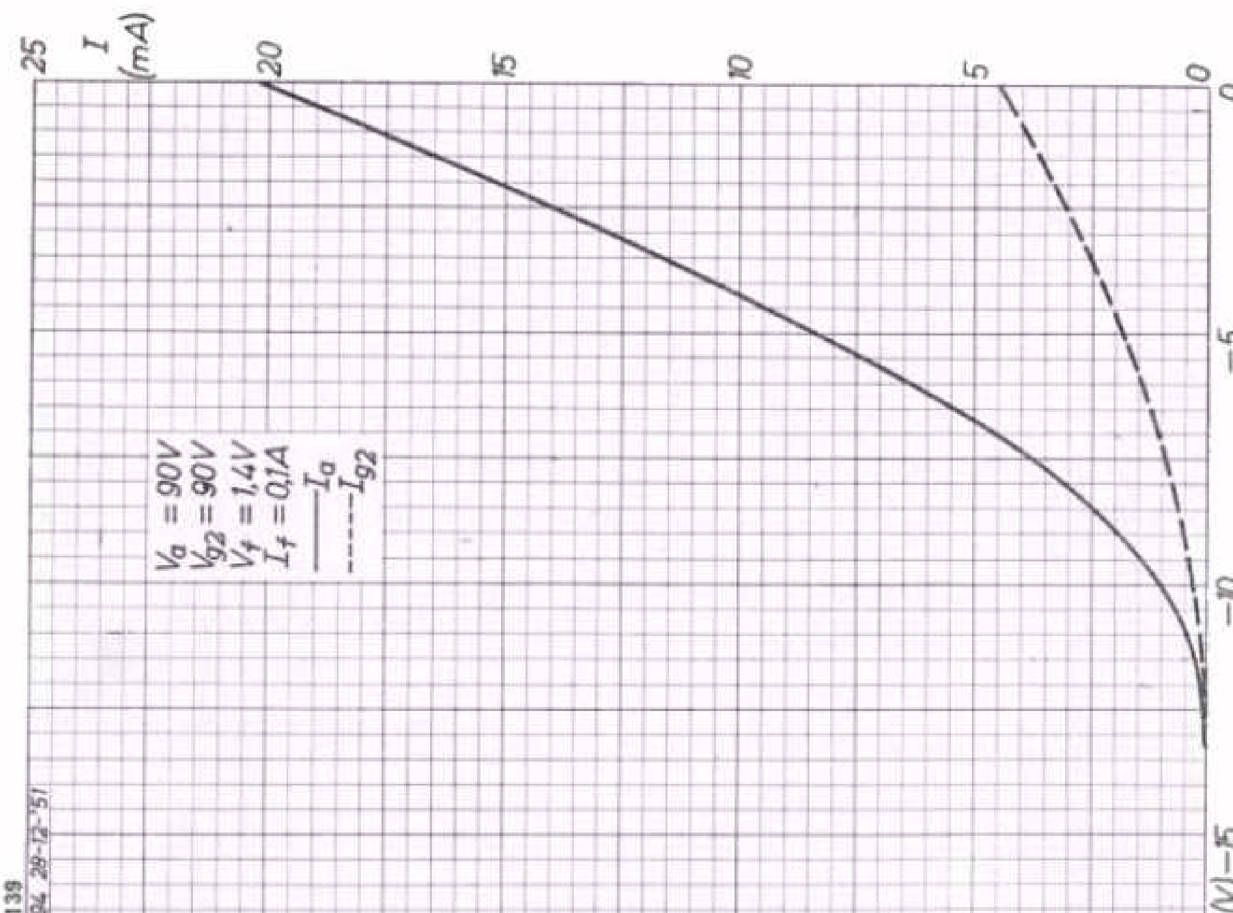


Fig. 60

Als fig. 58, doch voor beide gloeidraden parallel (V_f = 1,4 V, I_f = 0,1 A).

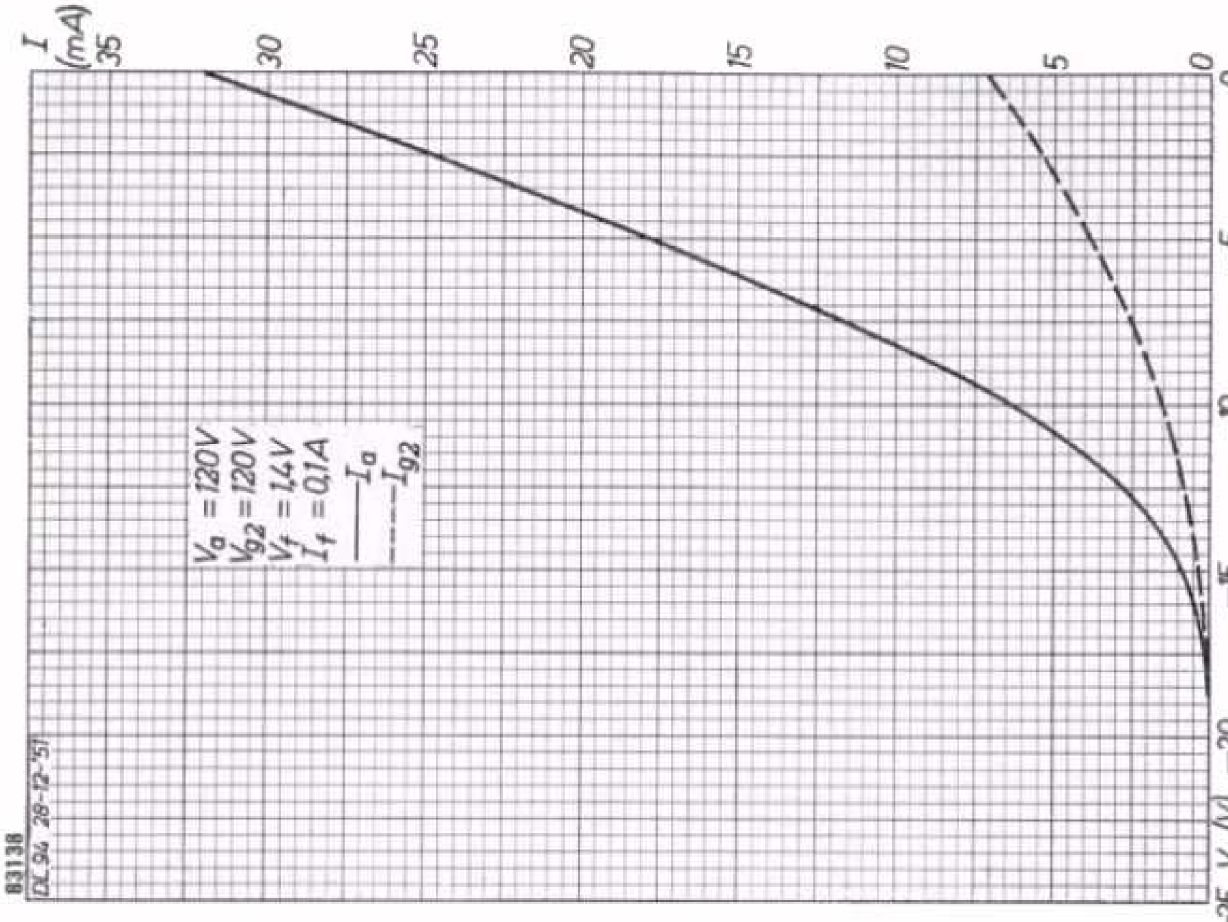


Fig. 61

Als fig. 60, doch bij anode- en schermroosterspanningen van 120 V.

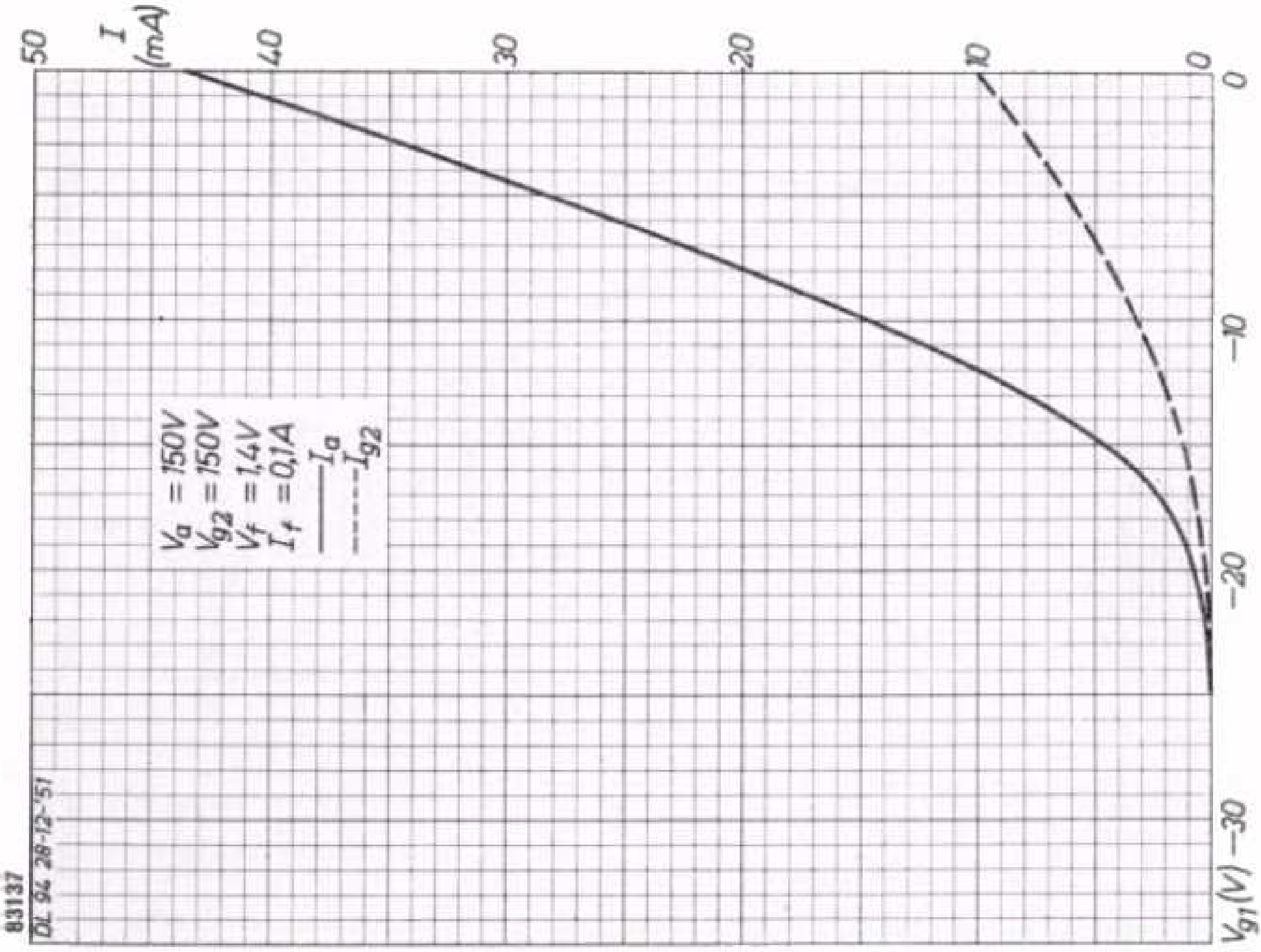


Fig. 62
Als fig. 60, doch bij anode- en schermrooster-spanningen van 150 V.

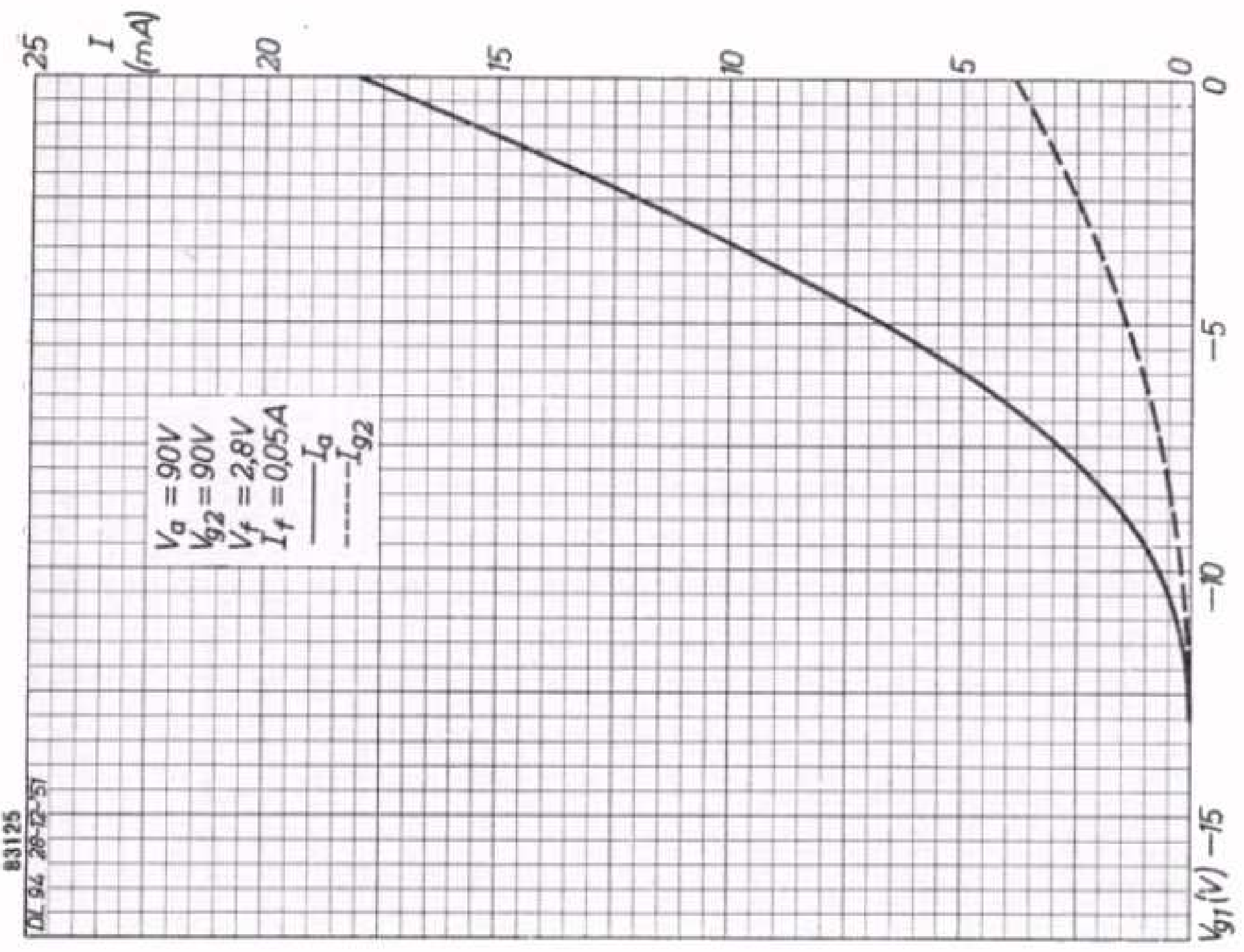


Fig. 63
Als fig. 60, doch met de gloeidraden in serie (V_f = 2,8 V, I_f = 0,05 A).

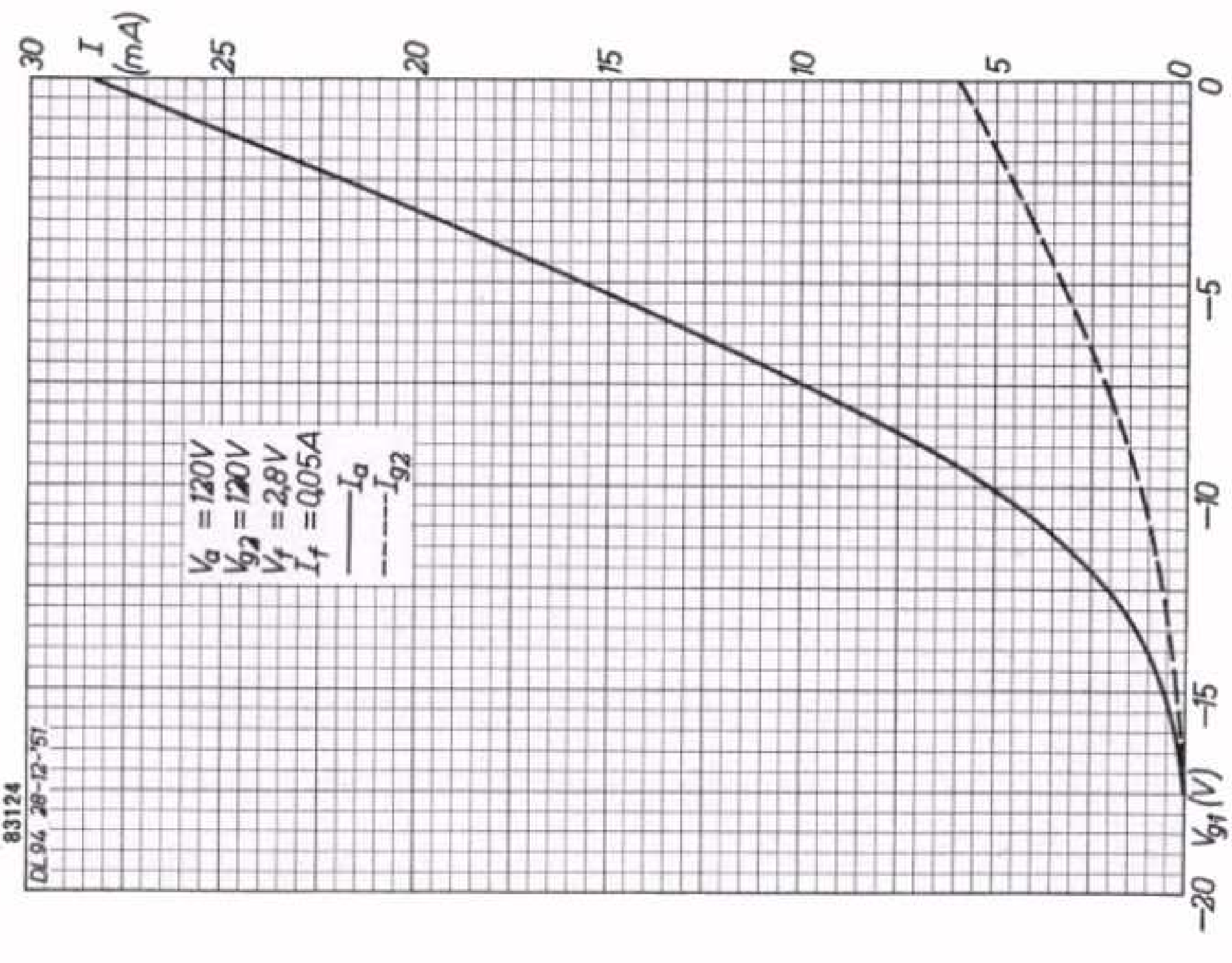


Fig. 64
Als fig. 63, doch bij anode- en schermrooster-spanningen van 120 V.

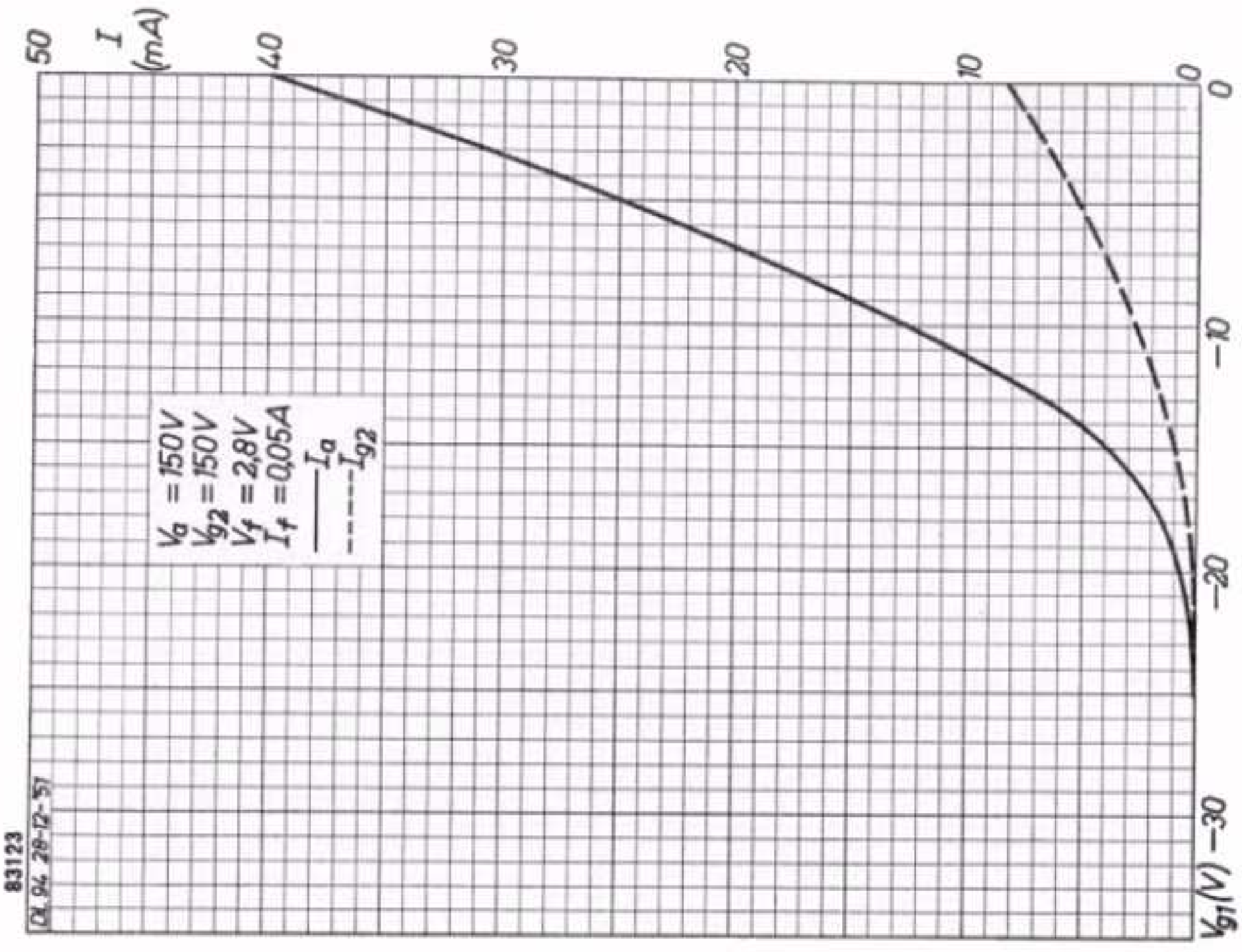


Fig. 65
Als fig. 63, doch bij anode- en schermrooster-spanningen van 150 V.

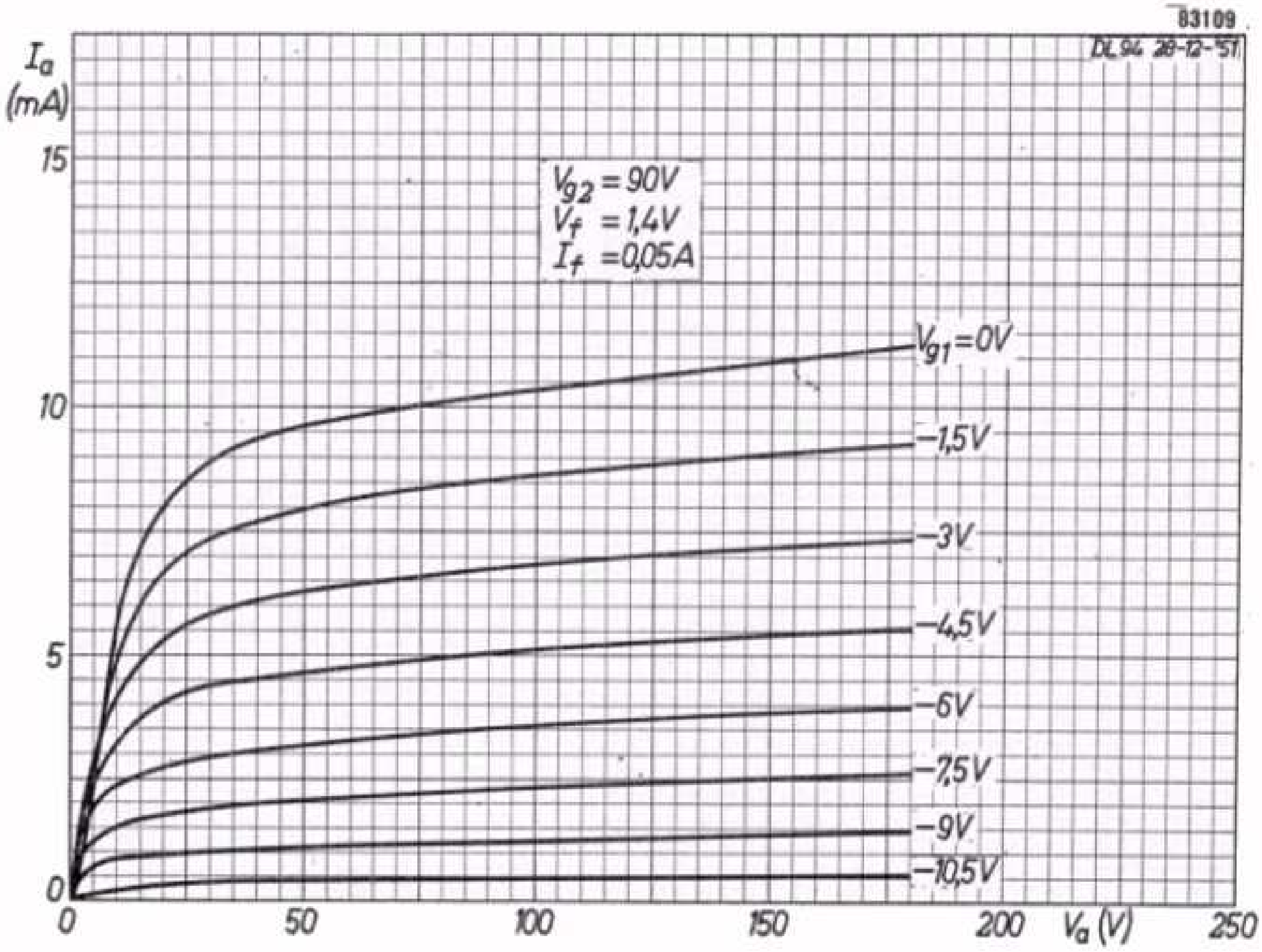


Fig. 66
Anodestroom als functie van de anodespanning voor verscheidene stuurroosterspanningen, een schermroosterspanning van 90 V en spaarschakeling van de gloeidraad.

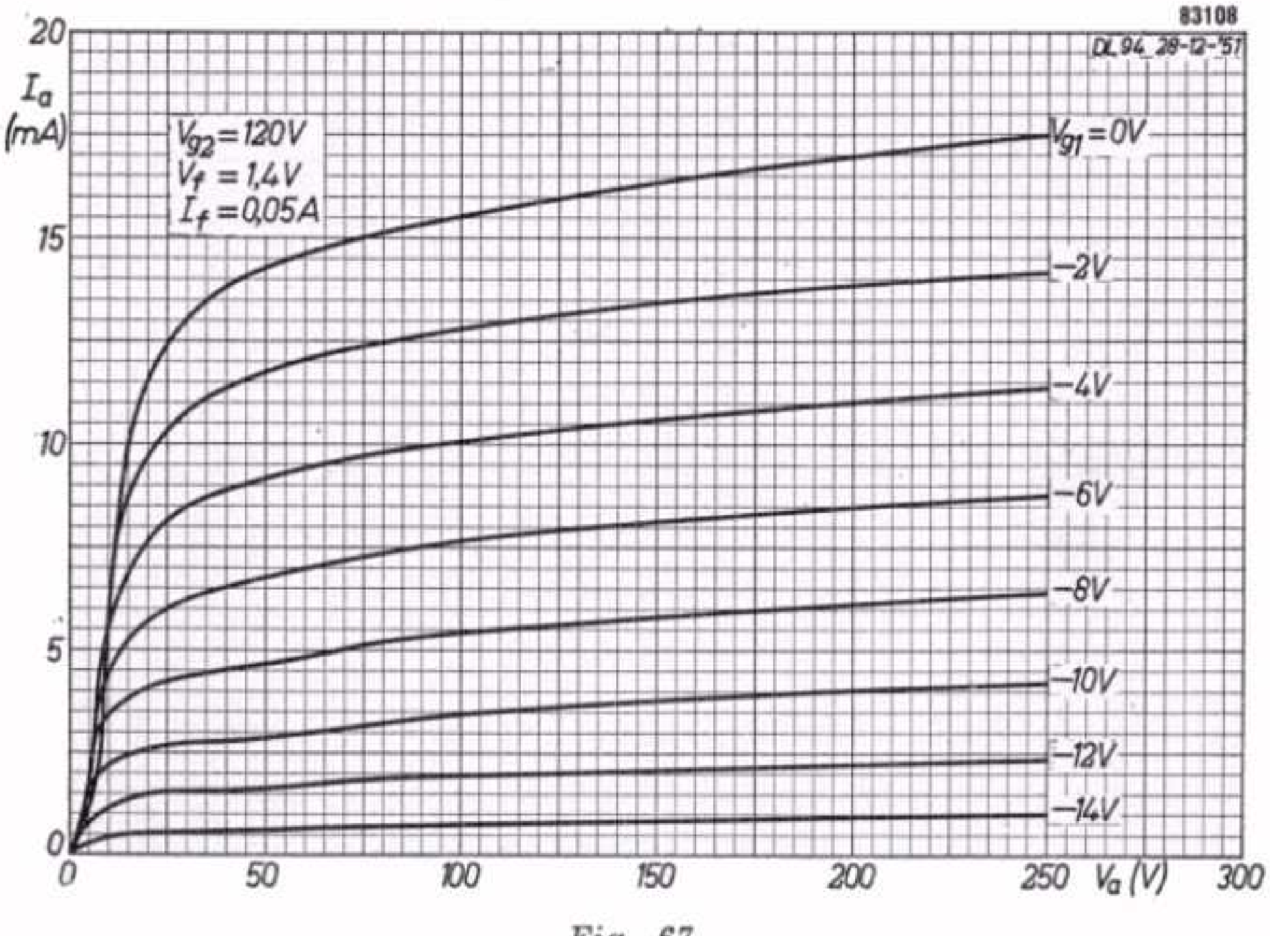


Fig. 67
Als fig. 66, doch bij een schermroosterspanning van 120 V.

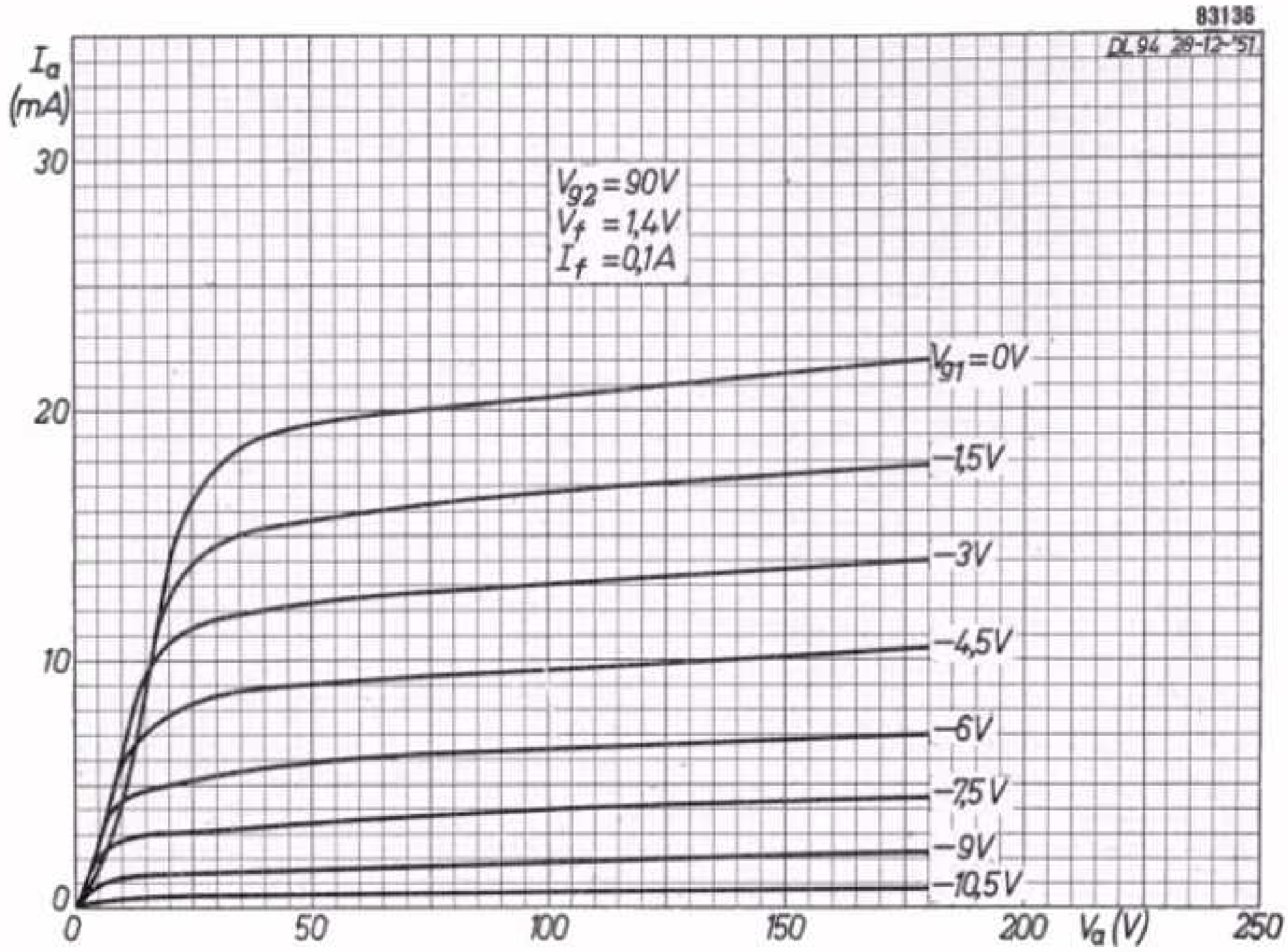


Fig. 68
Als fig. 66, doch met de gloeidraden parallel (V_f = 1,4 V, I_f = 0,1 A).

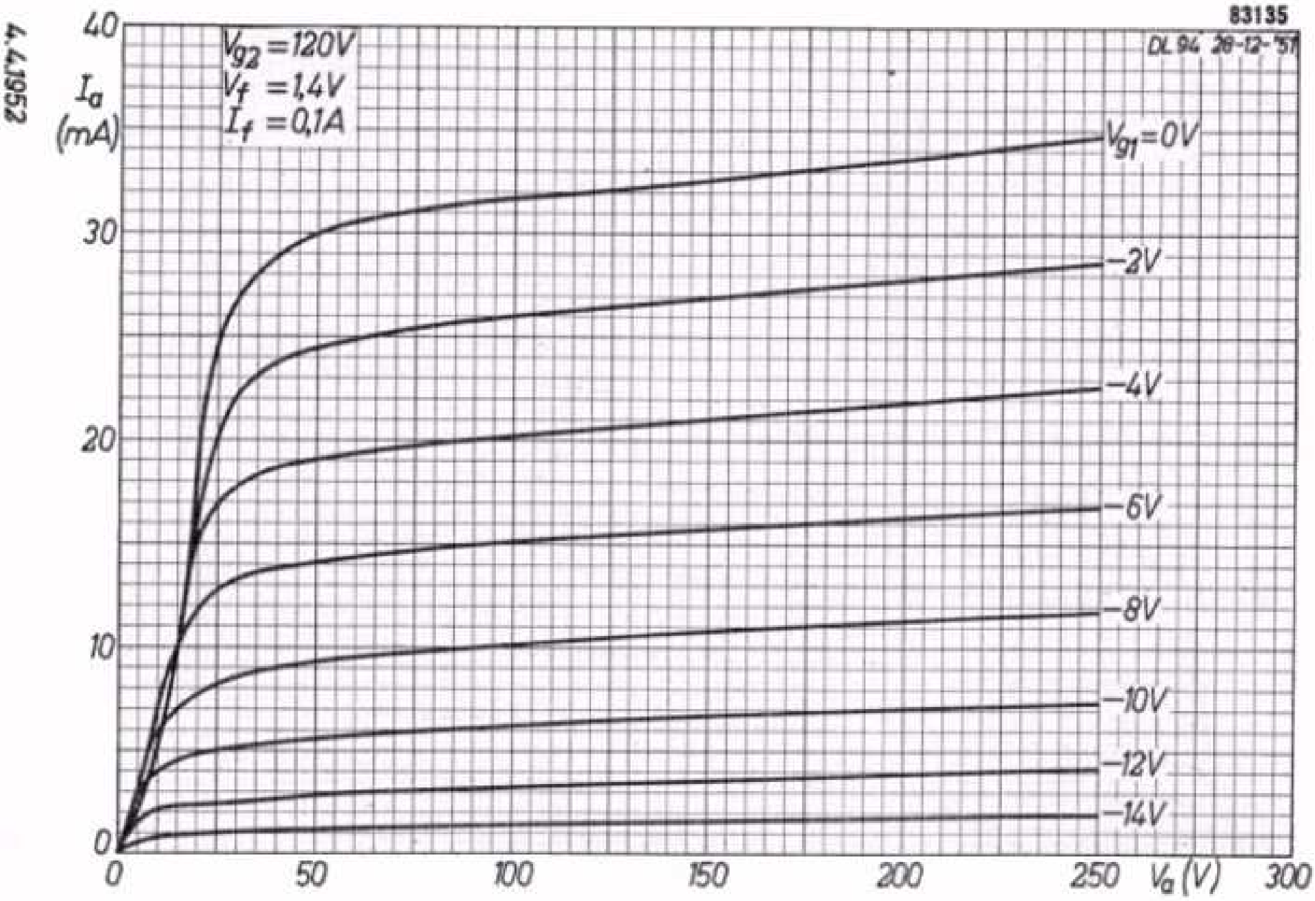


Fig. 69
Als fig. 68, doch met 120 V schermroosterspanning.

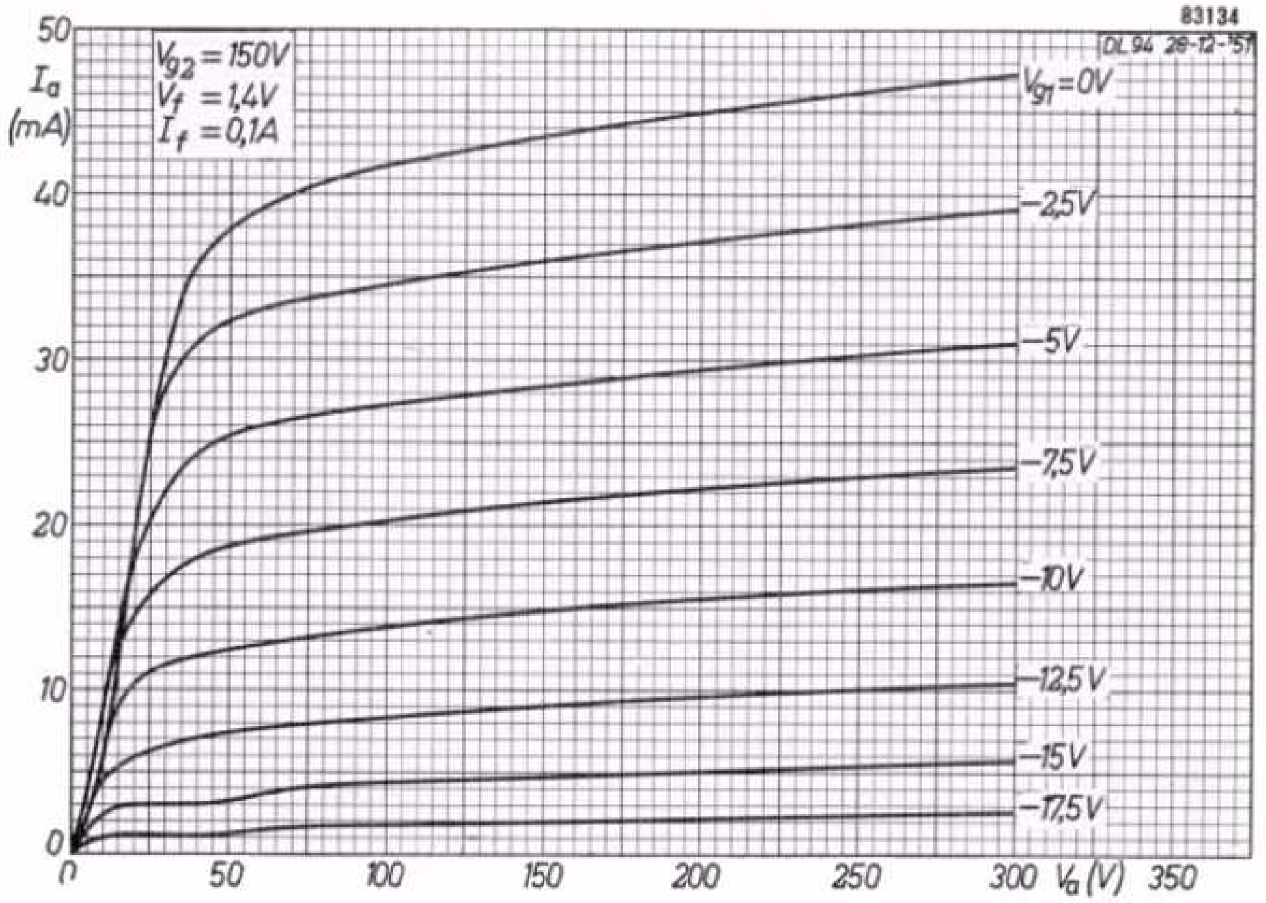


Fig. 70
Als fig. 68, doch met 150 V schermroosterspanning.

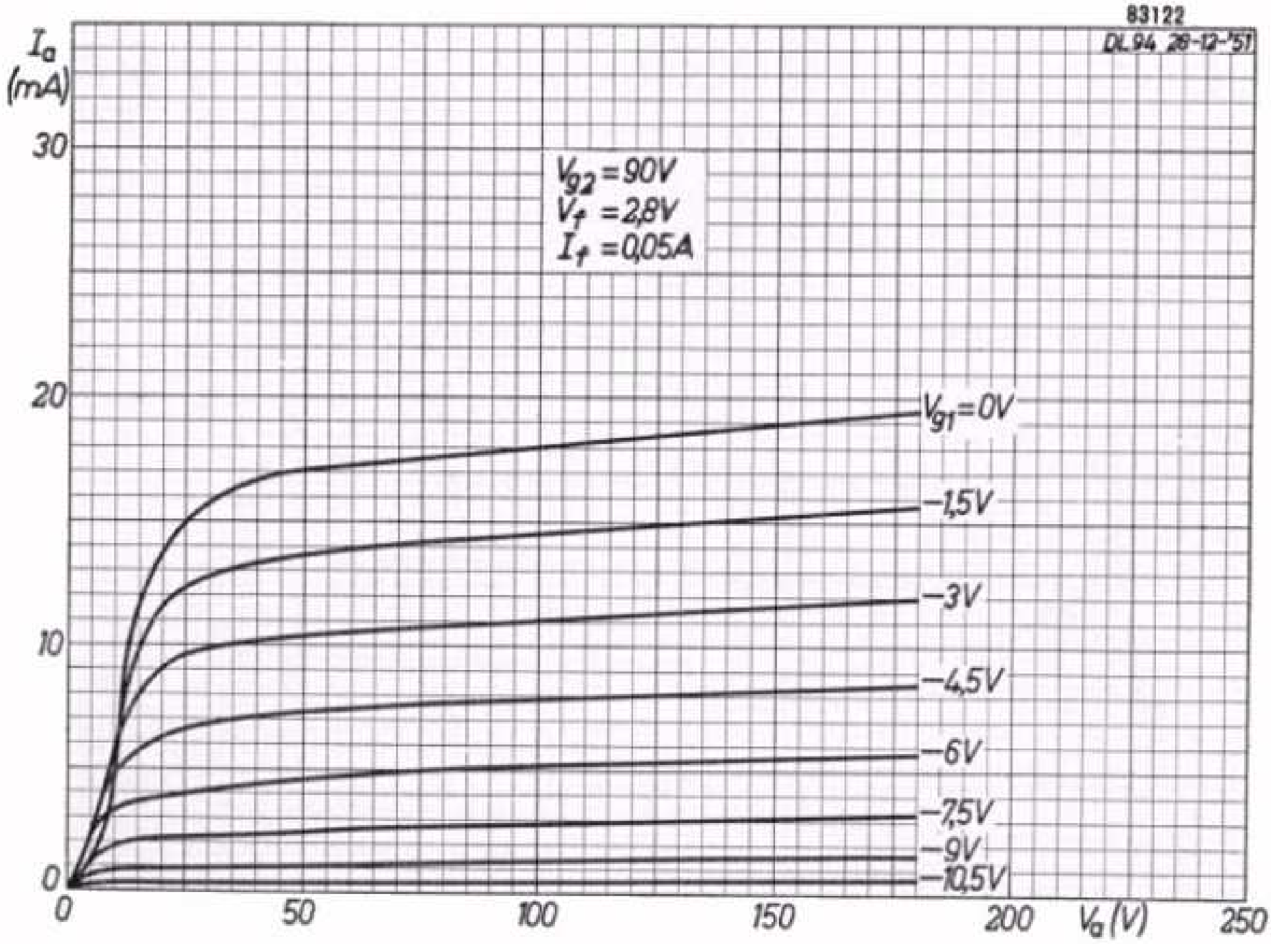


Fig. 71
Als fig. 68, doch met de beide gloeidraden in serie.

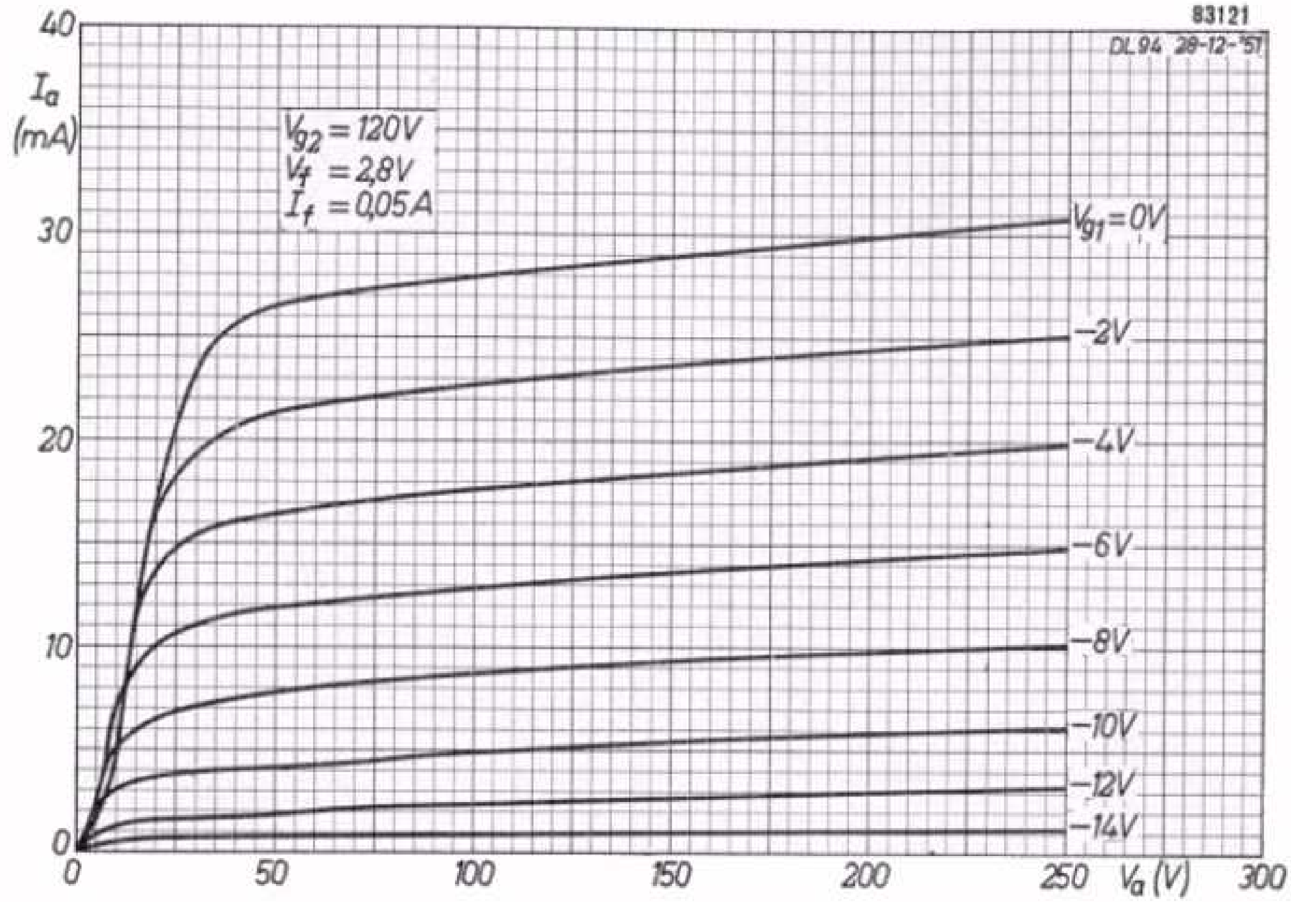


Fig. 72
Als fig. 71, doch met een schermroosterspanning van 120 V.

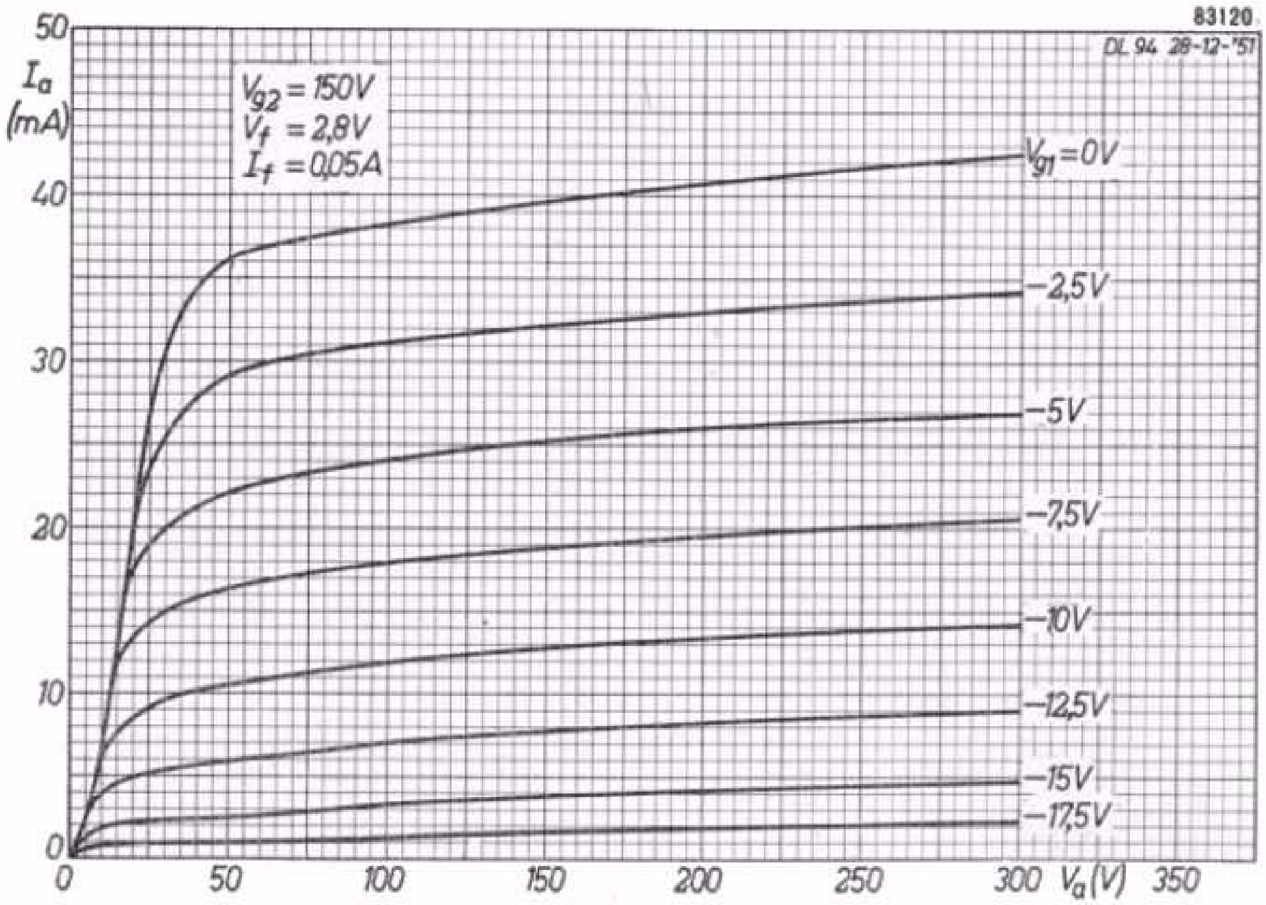


Fig. 73
Als fig. 71, doch met een schermroosterspanning van 150 V.

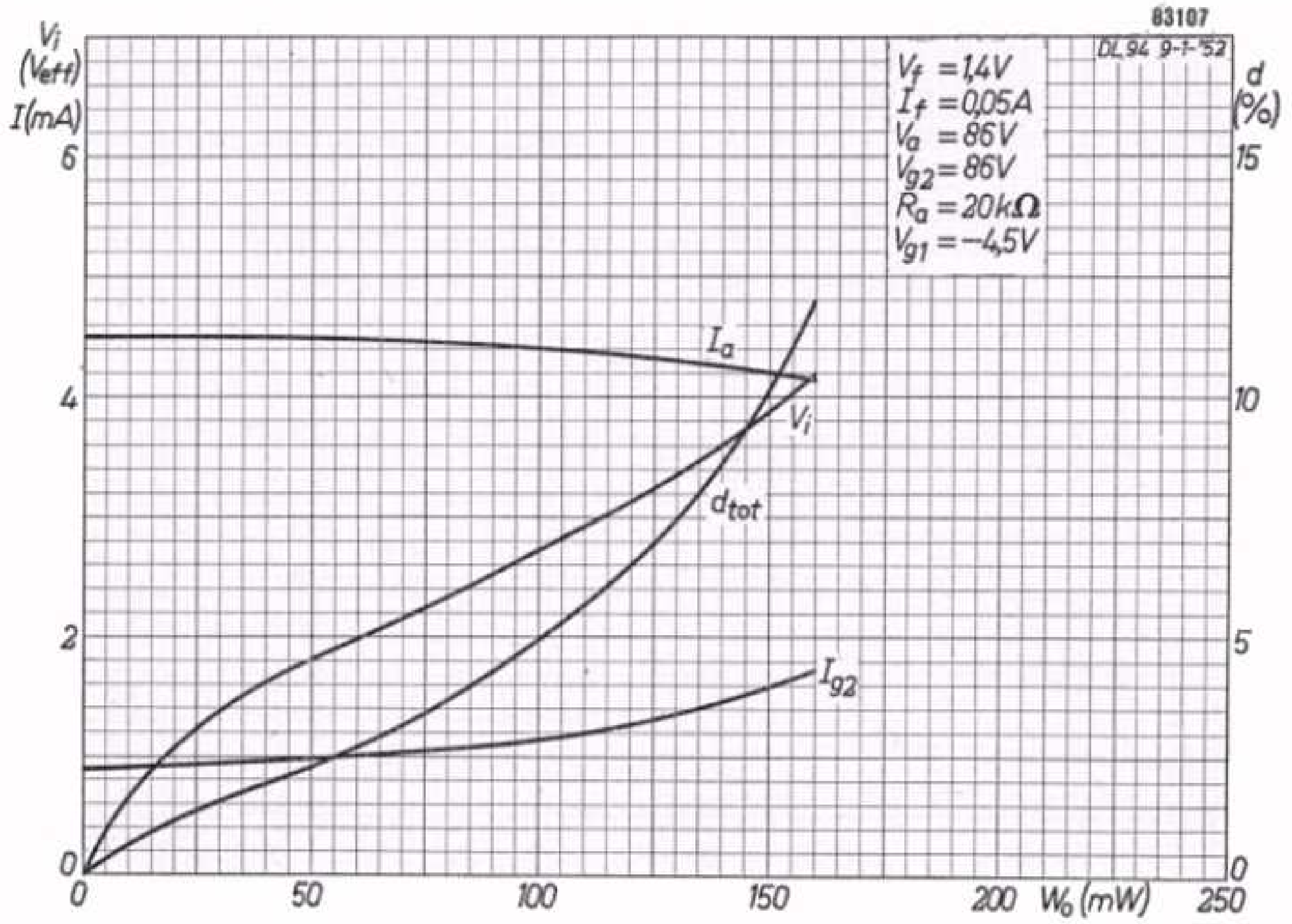


Fig. 74

Anodestroom, schermroosterstroom, ingangs-wisselspanning en totale vervorming als functie van het uitgangsvermogen, voor een DL 94 in klasse A, met spaarschakeling van de gloeidraad en een voedingsspanning van 90 V.

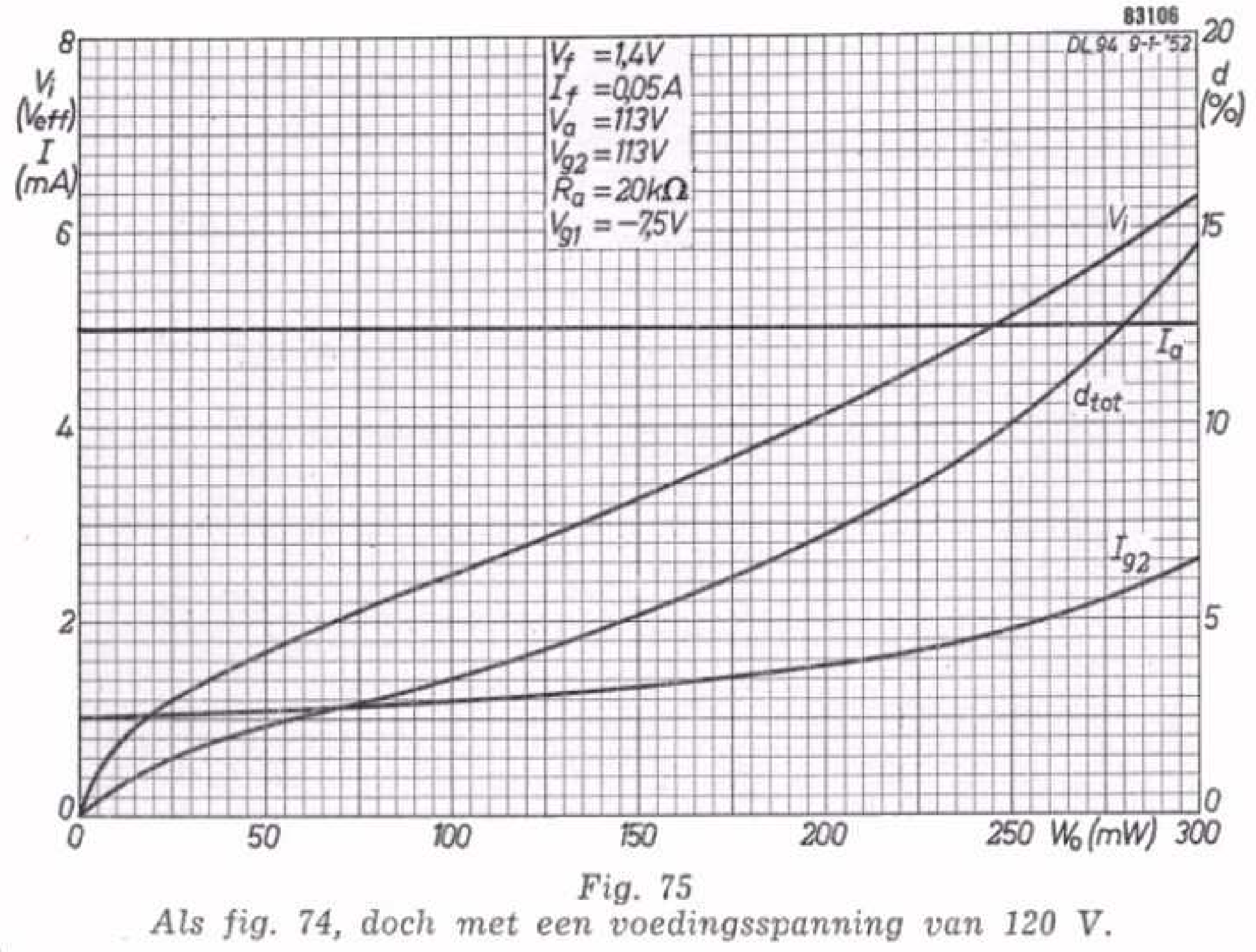


Fig. 75

Als fig. 74, doch met een voedingsspanning van 120 V.

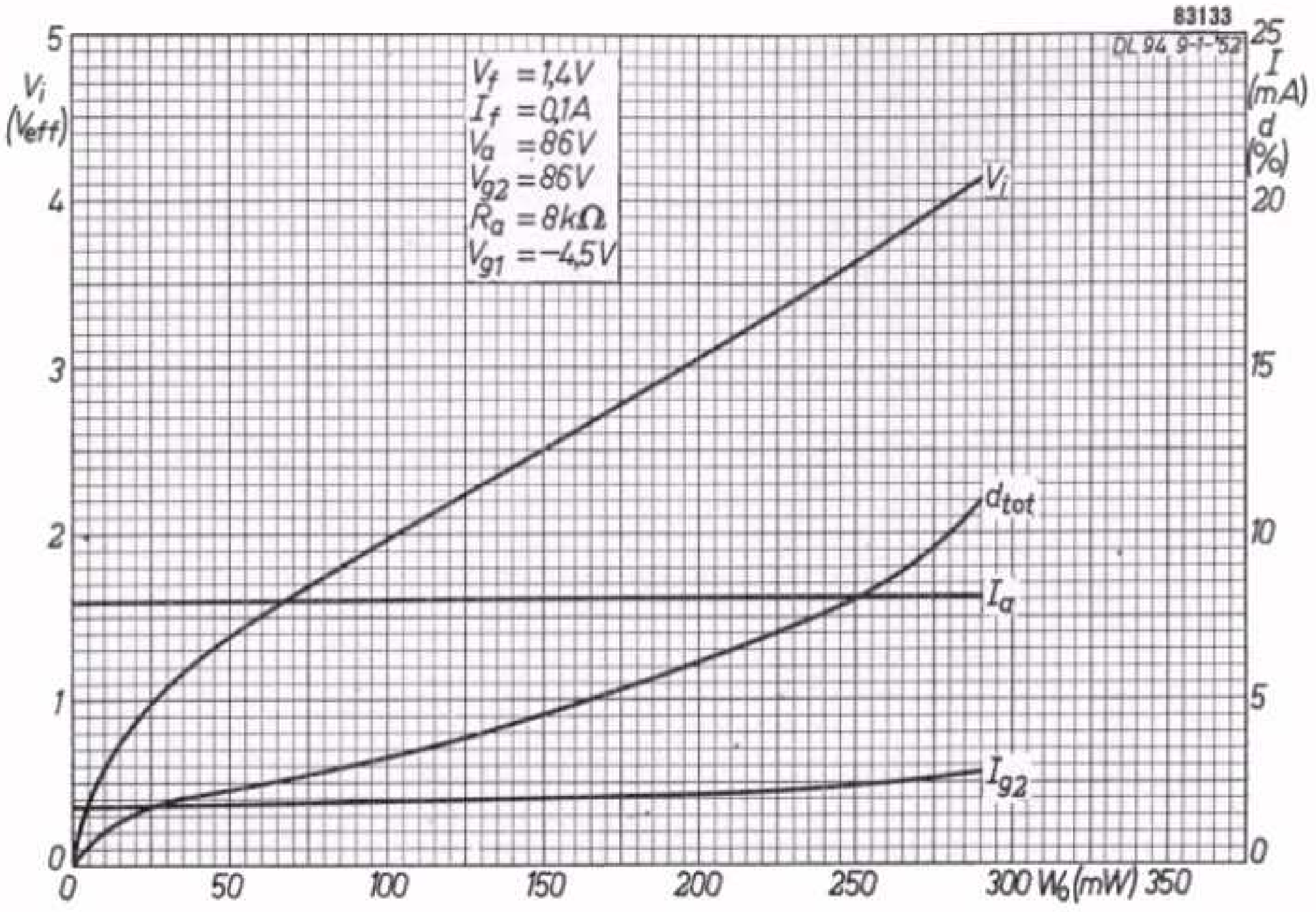


Fig. 76
Als fig. 74, doch met de beide gloeidraden parallel.

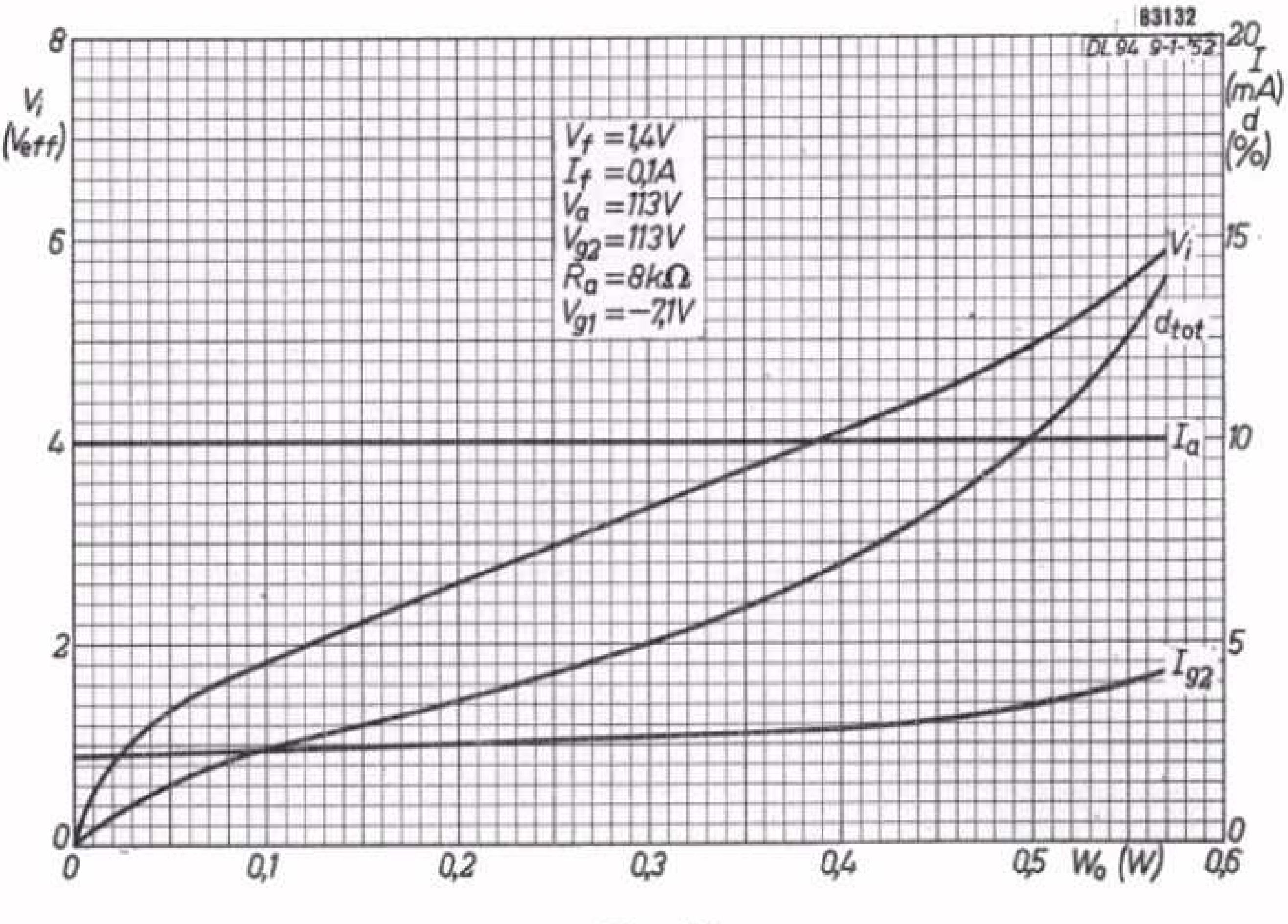


Fig. 77
Als fig. 76, doch met een voedingsspanning van 120 V.

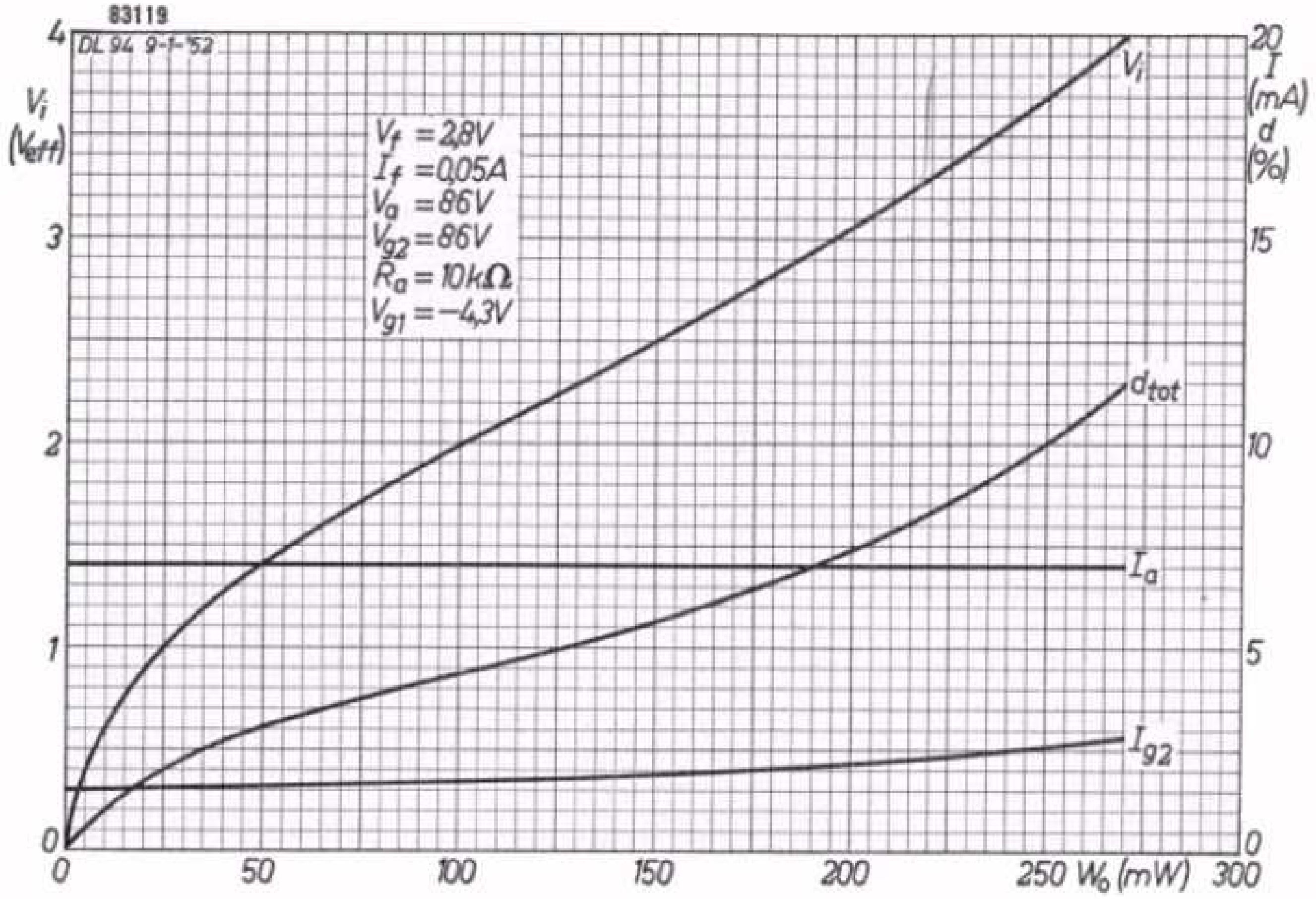


Fig. 78
Als fig. 76, doch met de gloeidraden in serie (V_f = 2,8 V, I_f = 0,05 A).

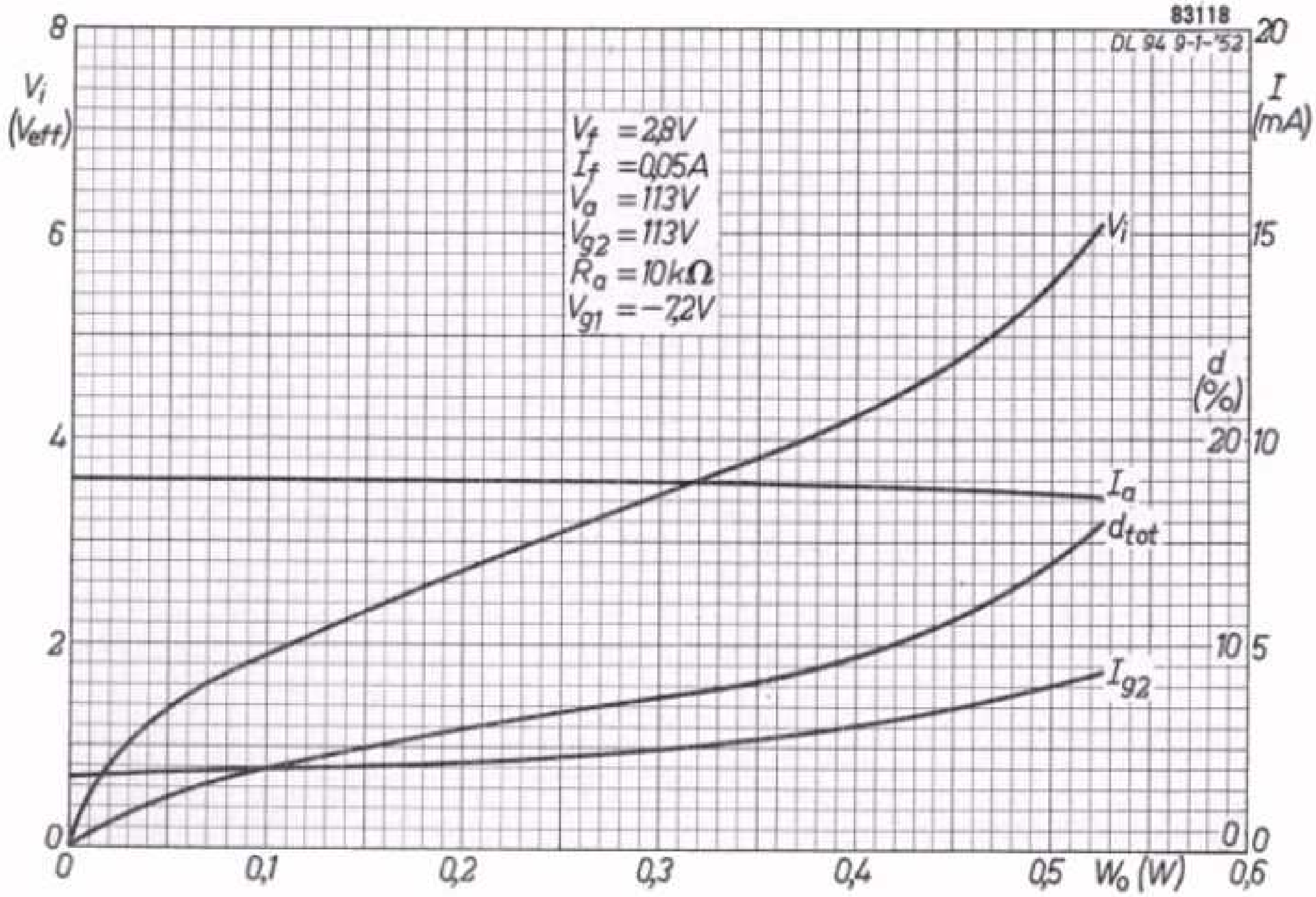


Fig. 79
Als fig. 78, doch met een voedingsspanning van 120 V.

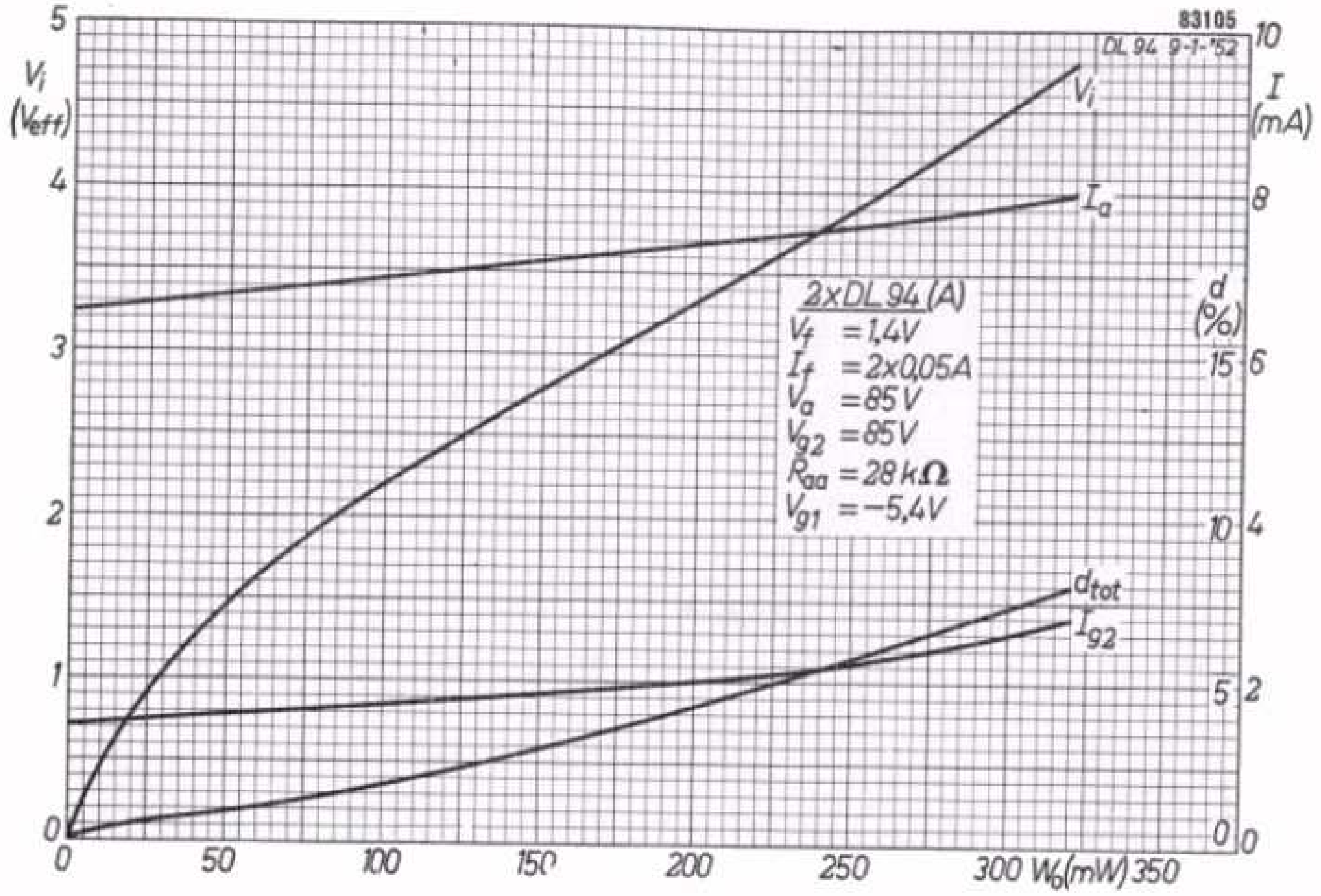


Fig. 80

Anode- en schermroosterstroom, ingangs-wisselspanning en totale vervorming als functie van het uitgangsvermogen, van twee DL 94 eindpentoden in balansschakeling klasse A, bij een voedingsspanning van 90 V en de gloeidraden in spaarschakeling (V_f = 1,4 V, I_f = 2 × 0,05 A).

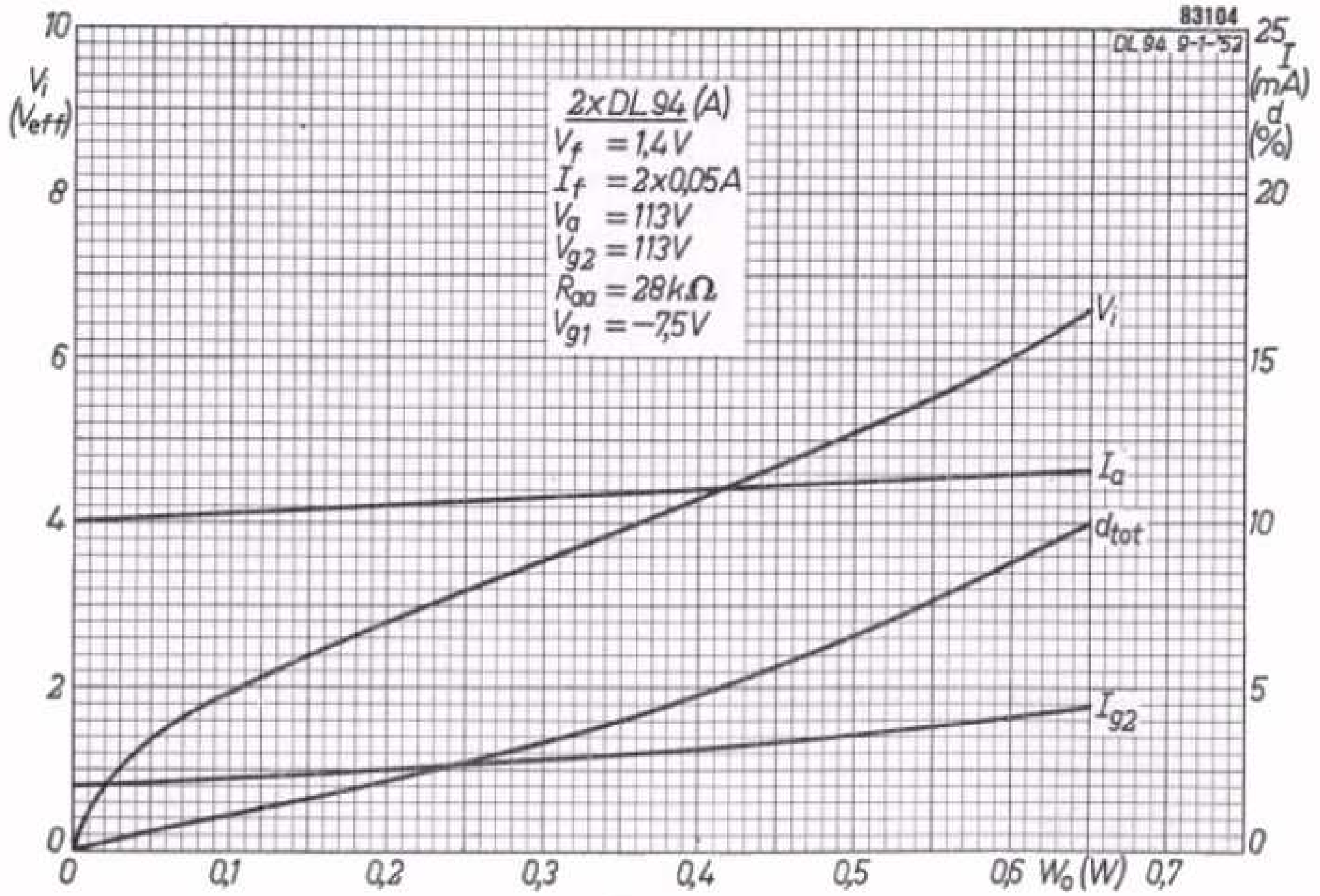


Fig. 81

Als fig. 80, doch bij een voedingsspanning van 120 V.

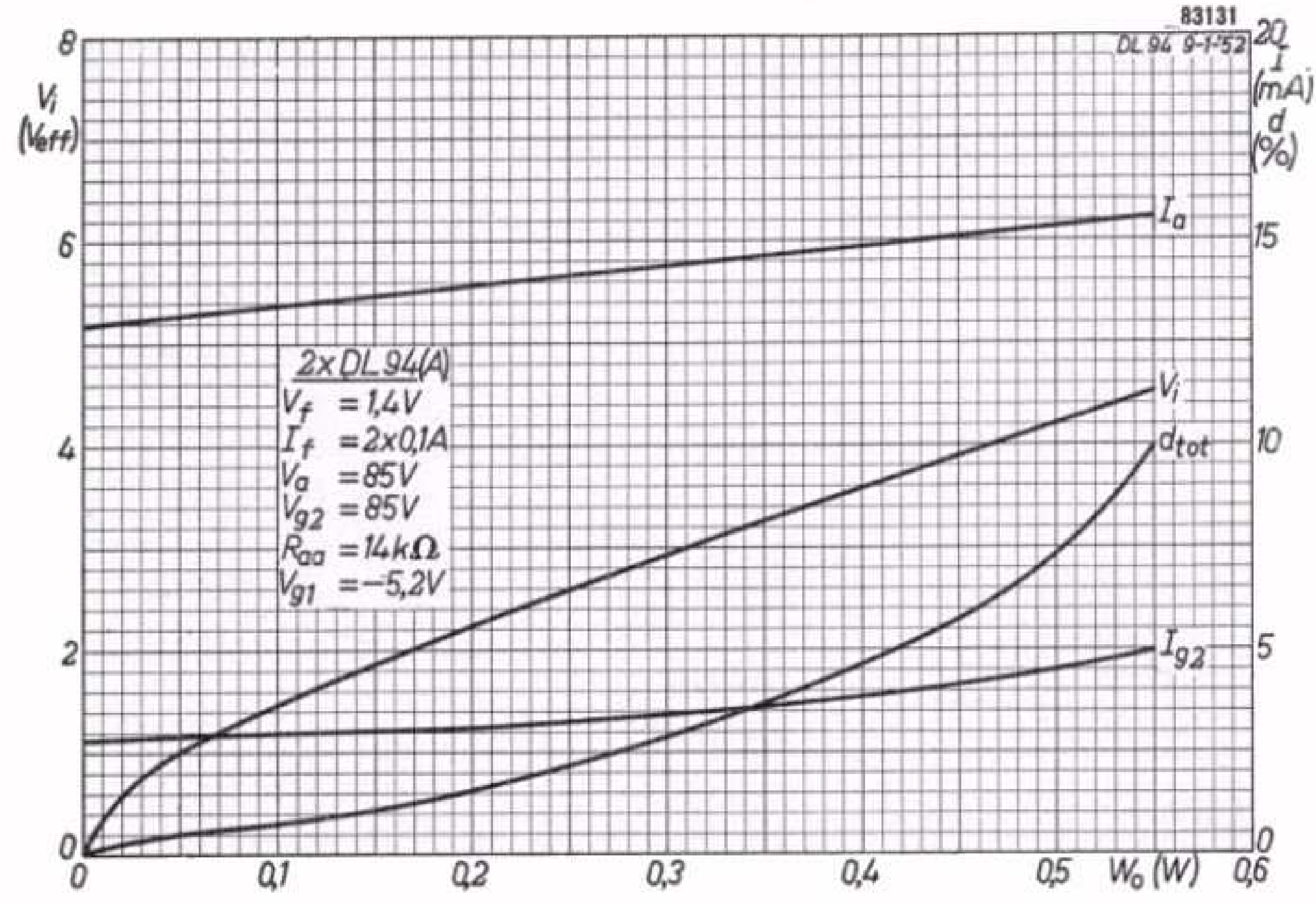


Fig. 82
Als fig. 80, doch met de gloeidraden parallel (V_f = 1,4 V, I_f = 2 × 0,1 A).

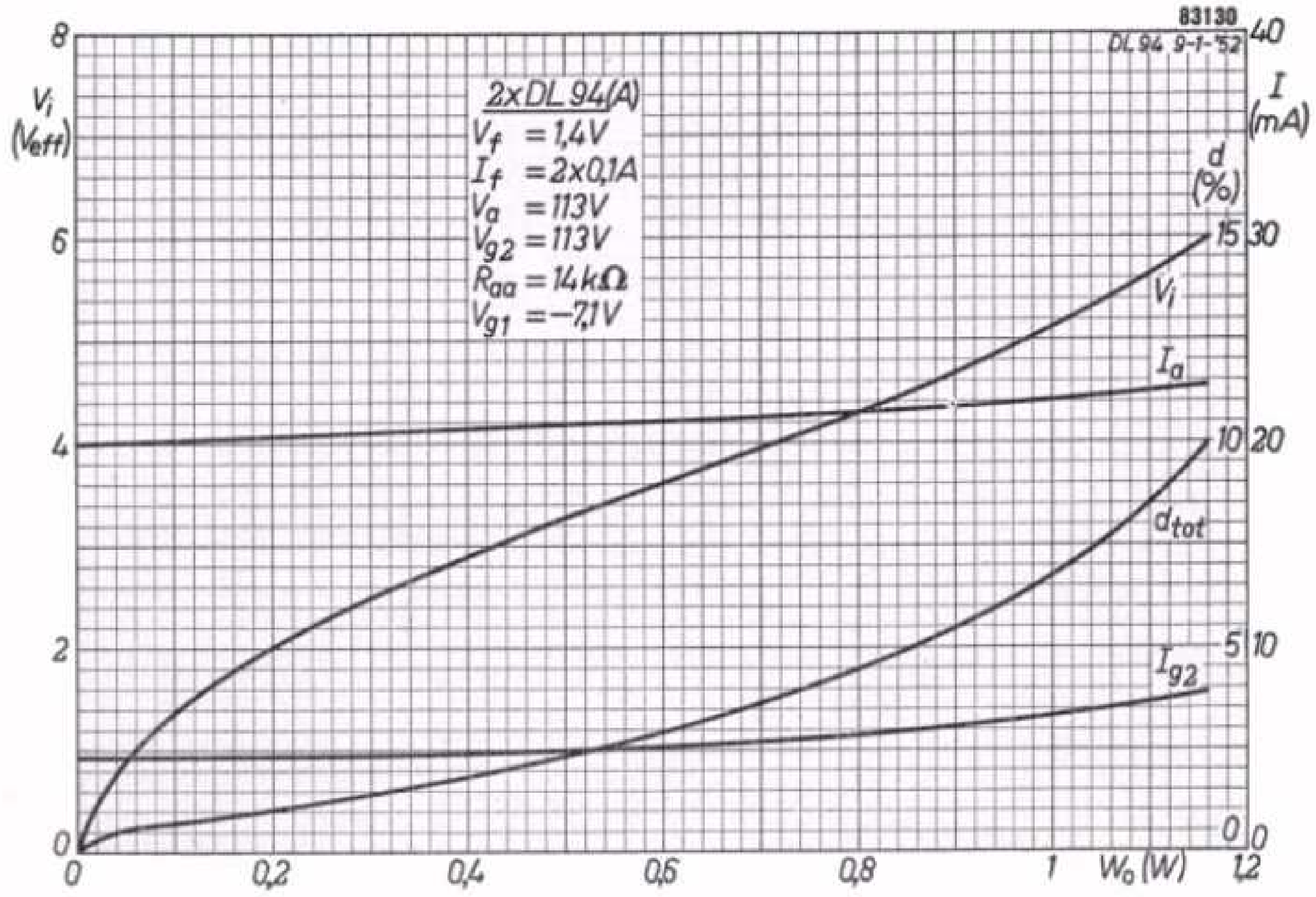


Fig. 83
Als fig. 82, doch bij een voedingsspanning van 120 V.

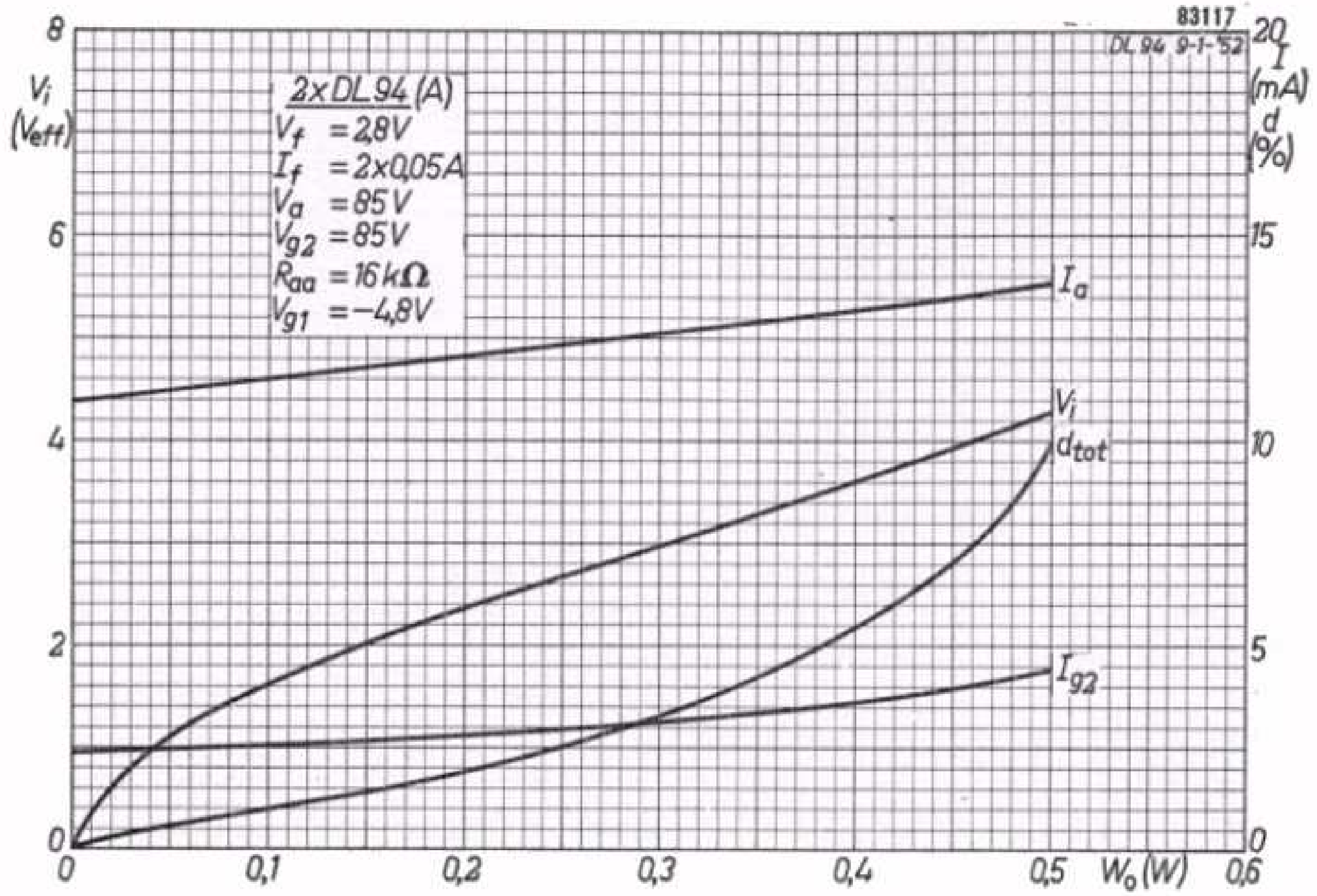


Fig. 84

Als fig. 80, doch met de gloeidraden in serie (V_f = 2,8 V, I_f = 2 × 0,05 A).

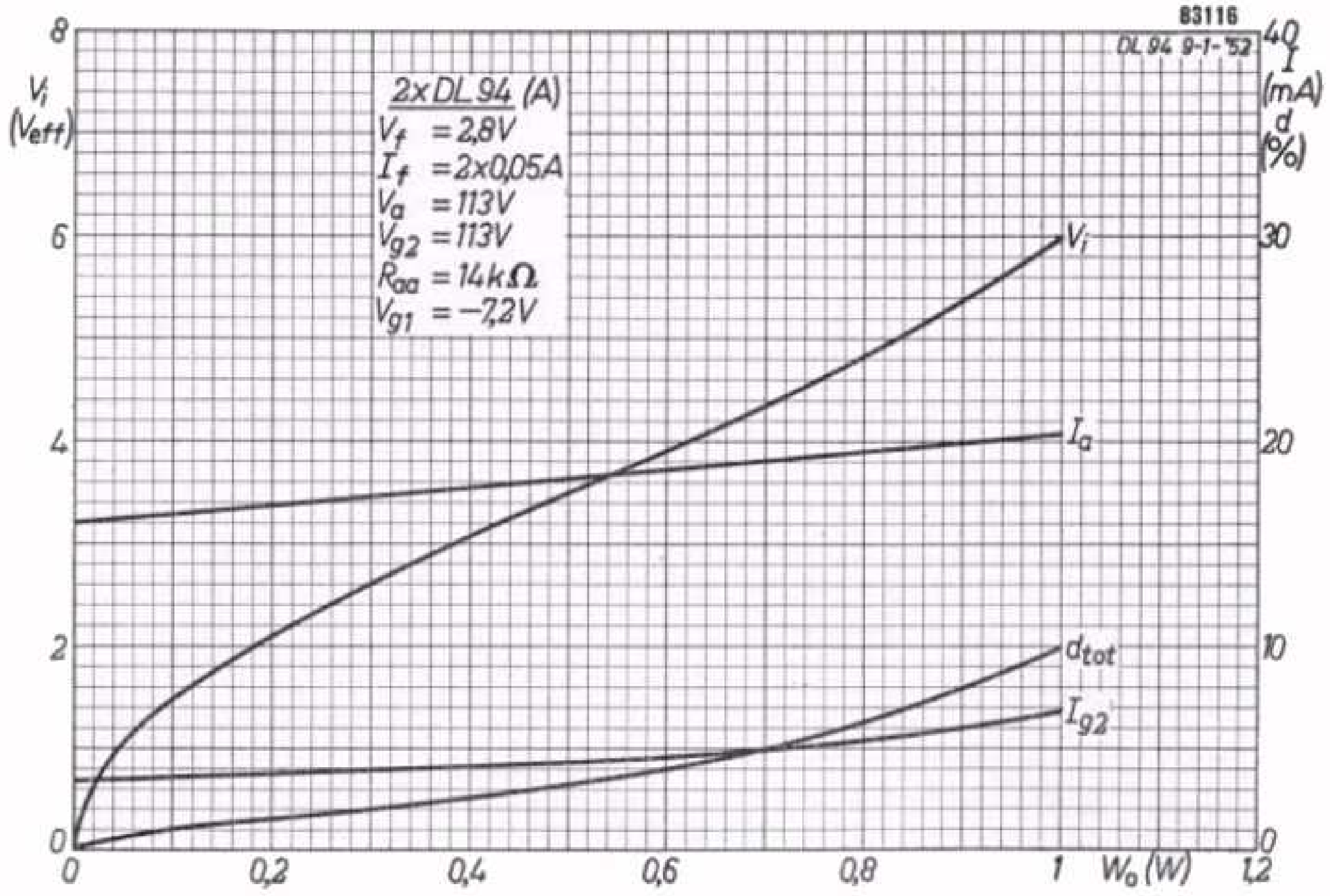


Fig. 85

Als fig. 84, doch bij een voedingsspanning van 120 V.

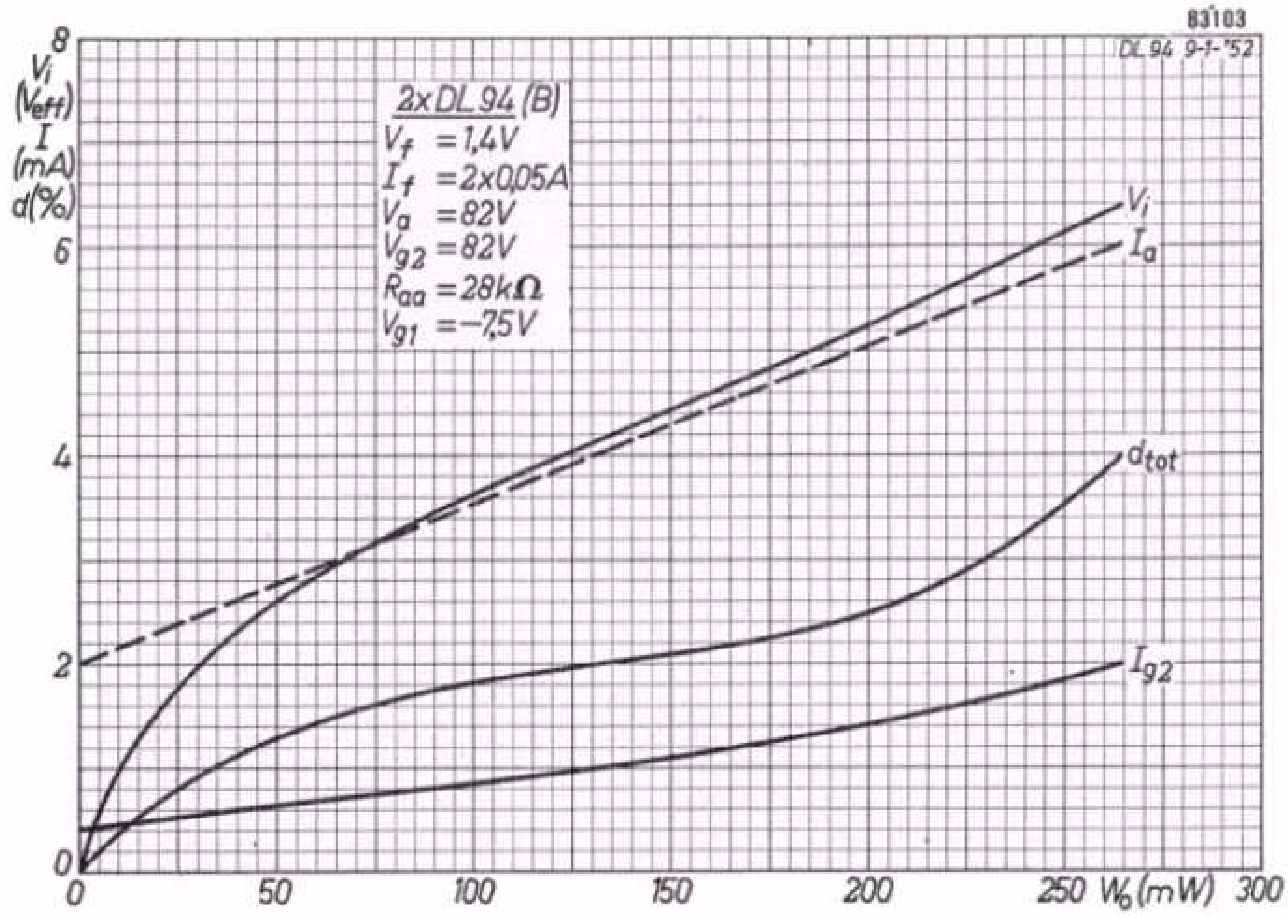


Fig. 86

Anode- en schermroosterstroom, ingangs-wisselspanning en totale vervorming als functie van het uitgangsvermogen, voor twee DL 94 eindpentoden in balans klasse B, bij spaarschakeling van de gloeidraden (V_f = 1,4 V, I_f = 2 × 0,05 A) en bij een voedingsspanning van 90 V.

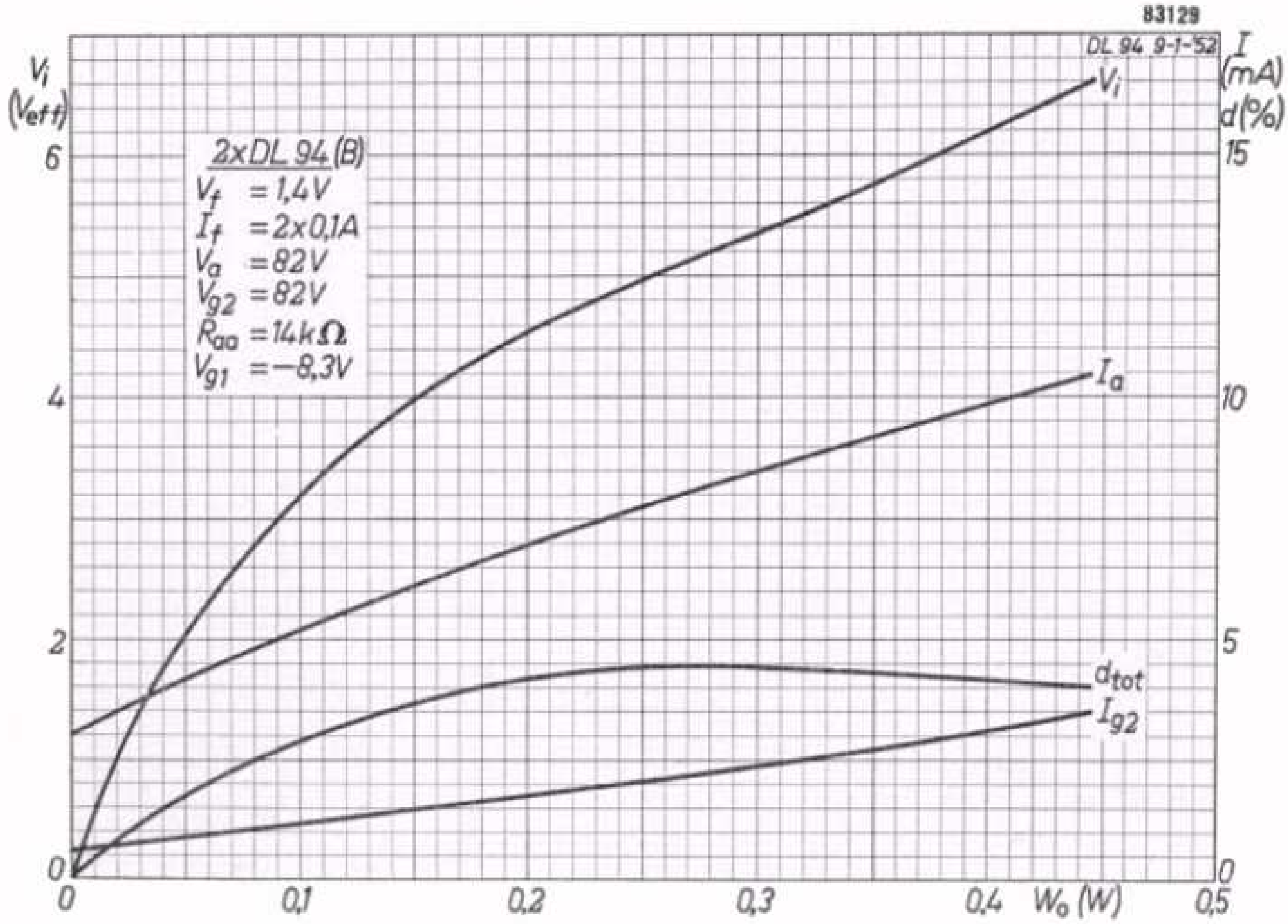


Fig. 87

Als fig. 86, doch met parallelschakeling van de gloeidraden (V_f = 1,4 V, I_f = 2 × 0,1 A).

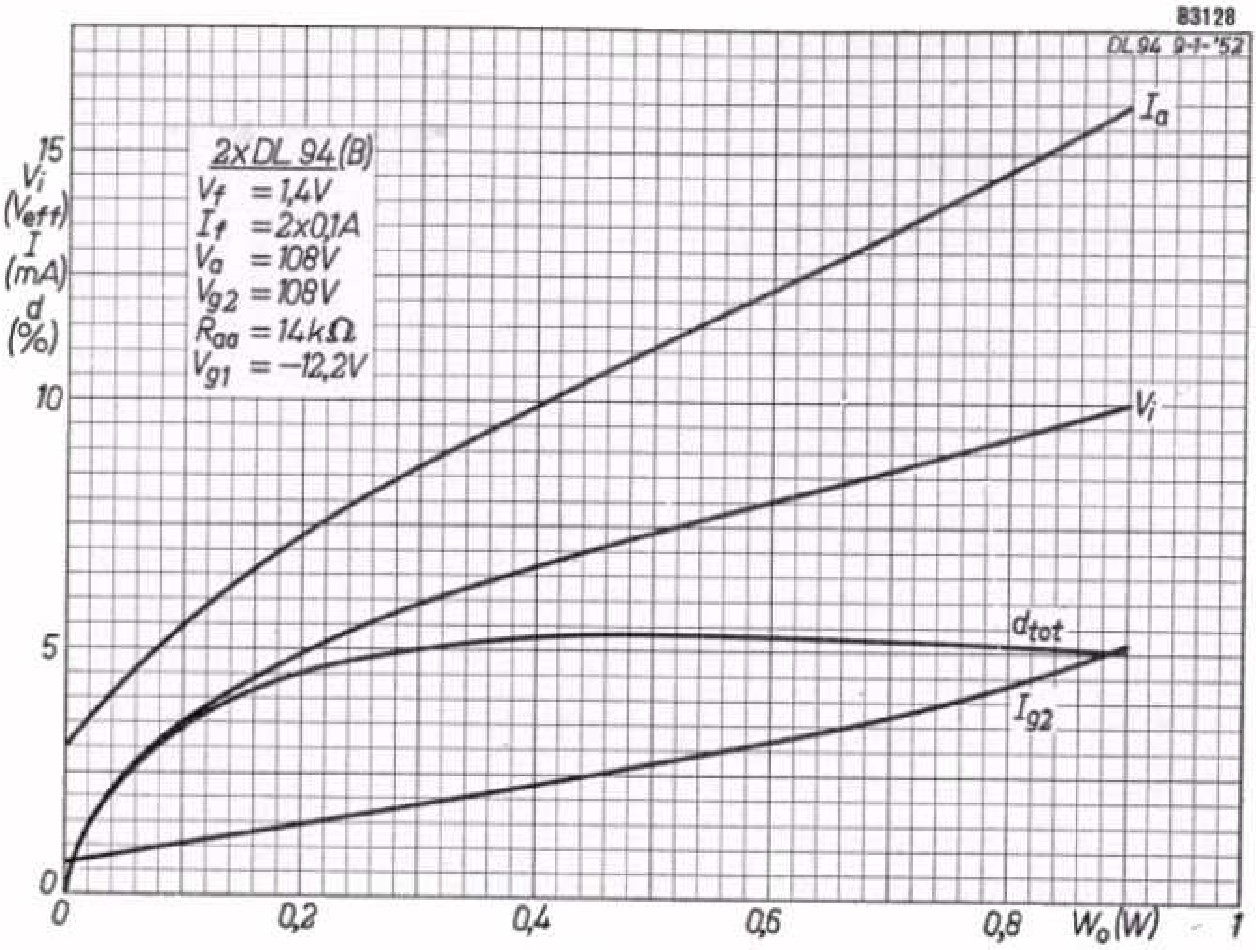


Fig. 88
Als fig. 87, doch bij een voedingsspanning van 120 V.

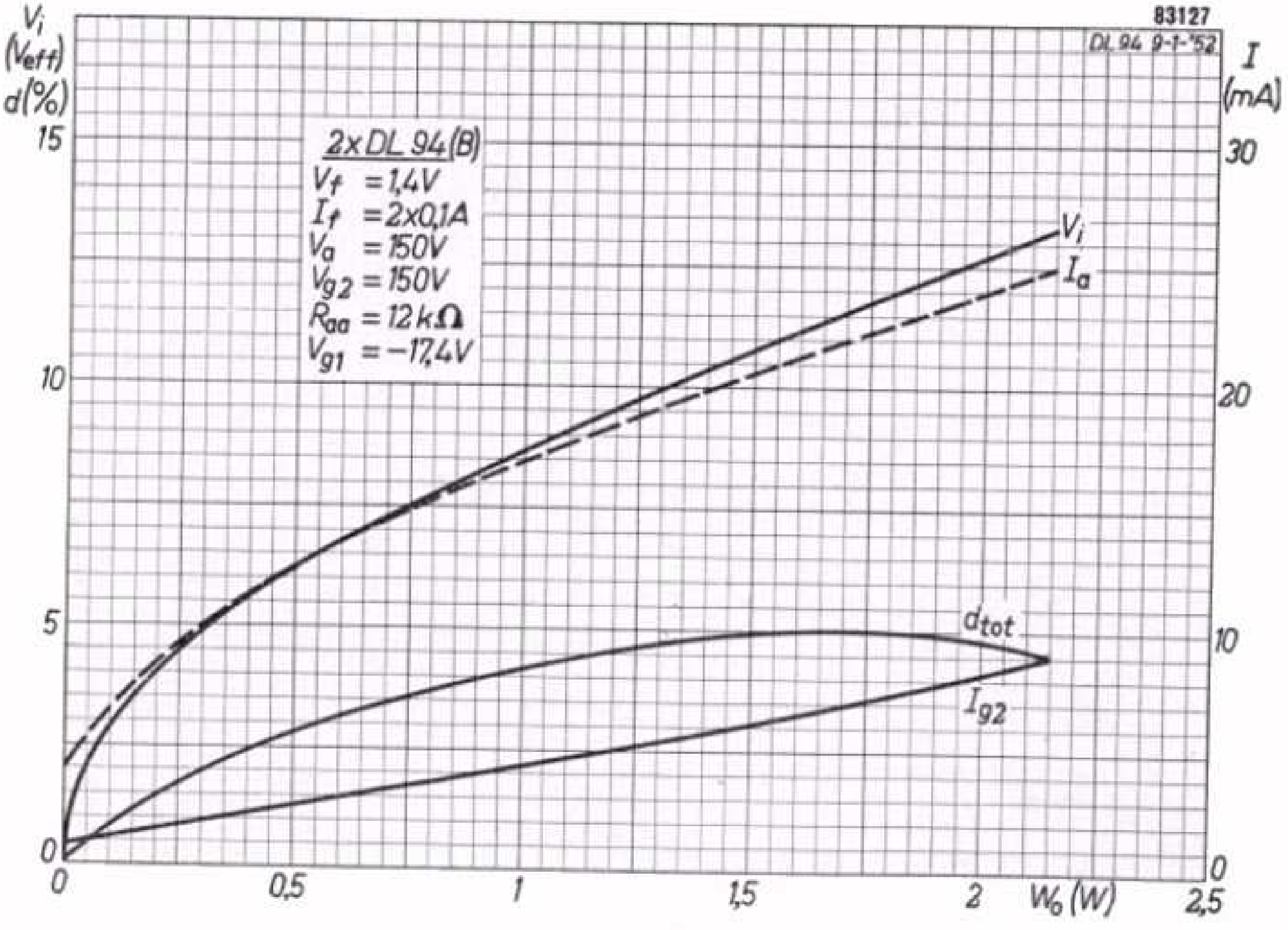


Fig. 89
Als fig. 87, doch bij een voedingsspanning van 150 V.

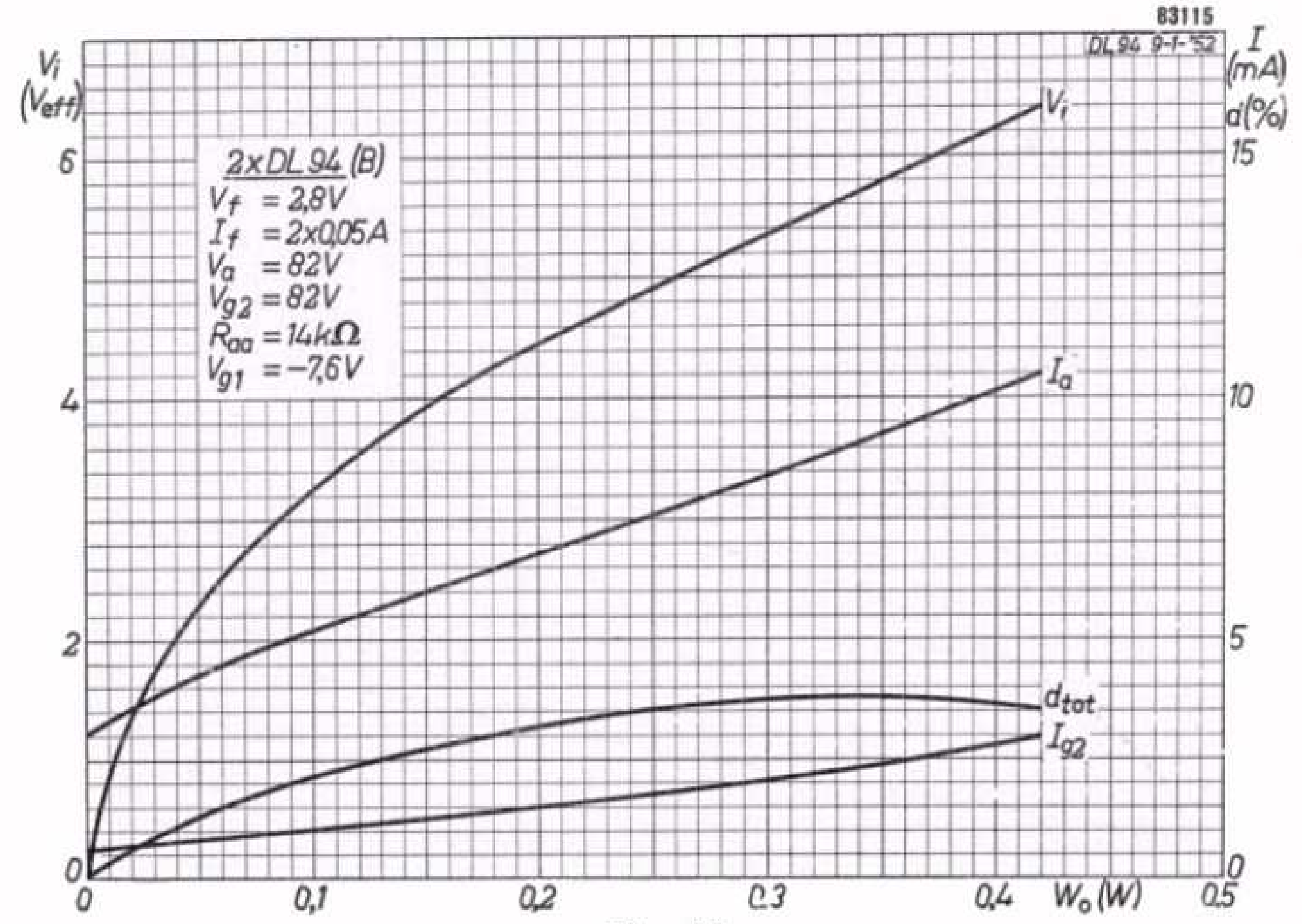


Fig. 90

Als fig. 87, doch met de gloeidraden in serie (V_f = 1,4 V, I_f = 2 × 0,05 A).

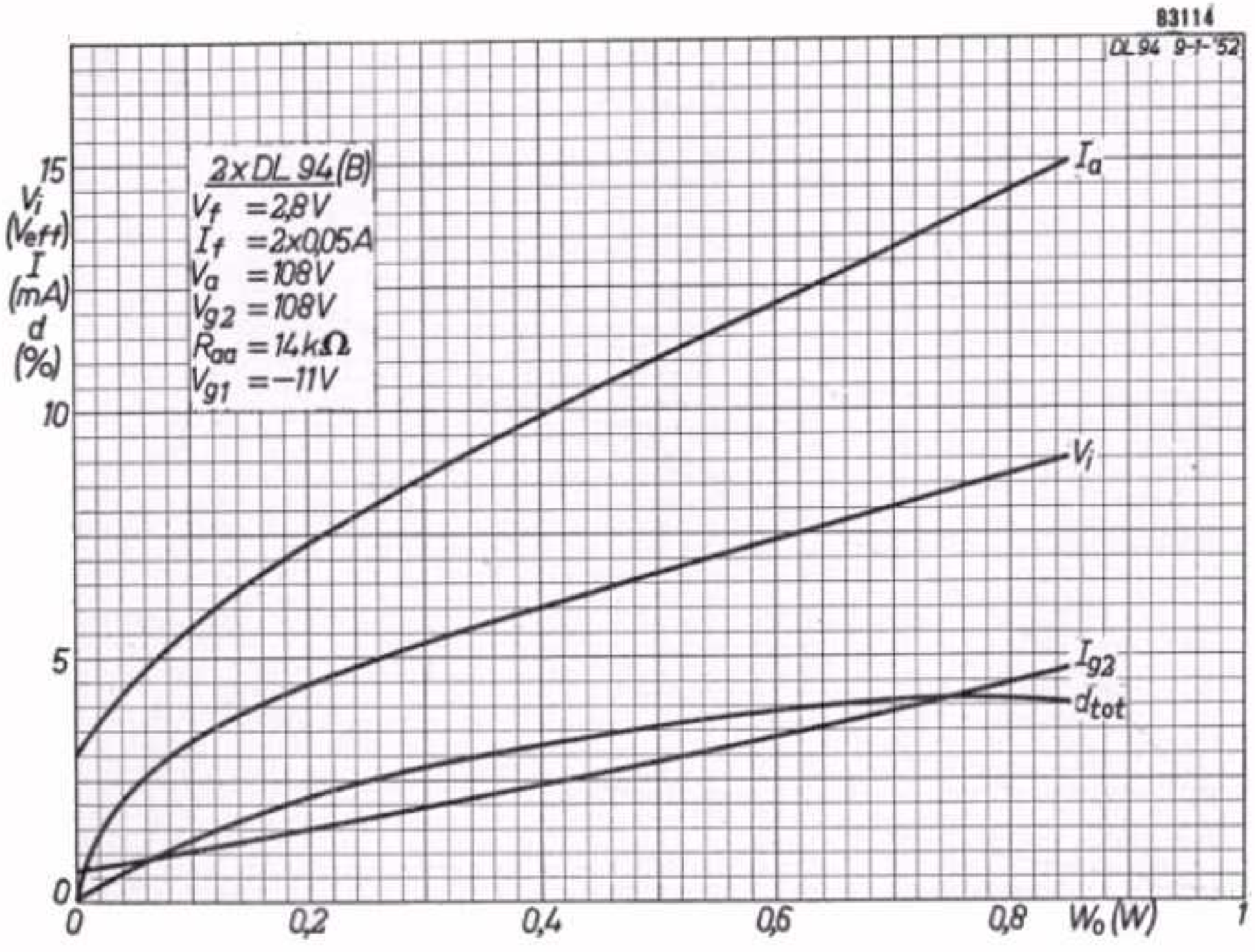


Fig. 91

Als fig. 90, doch bij een voedingsspanning van 120 V.

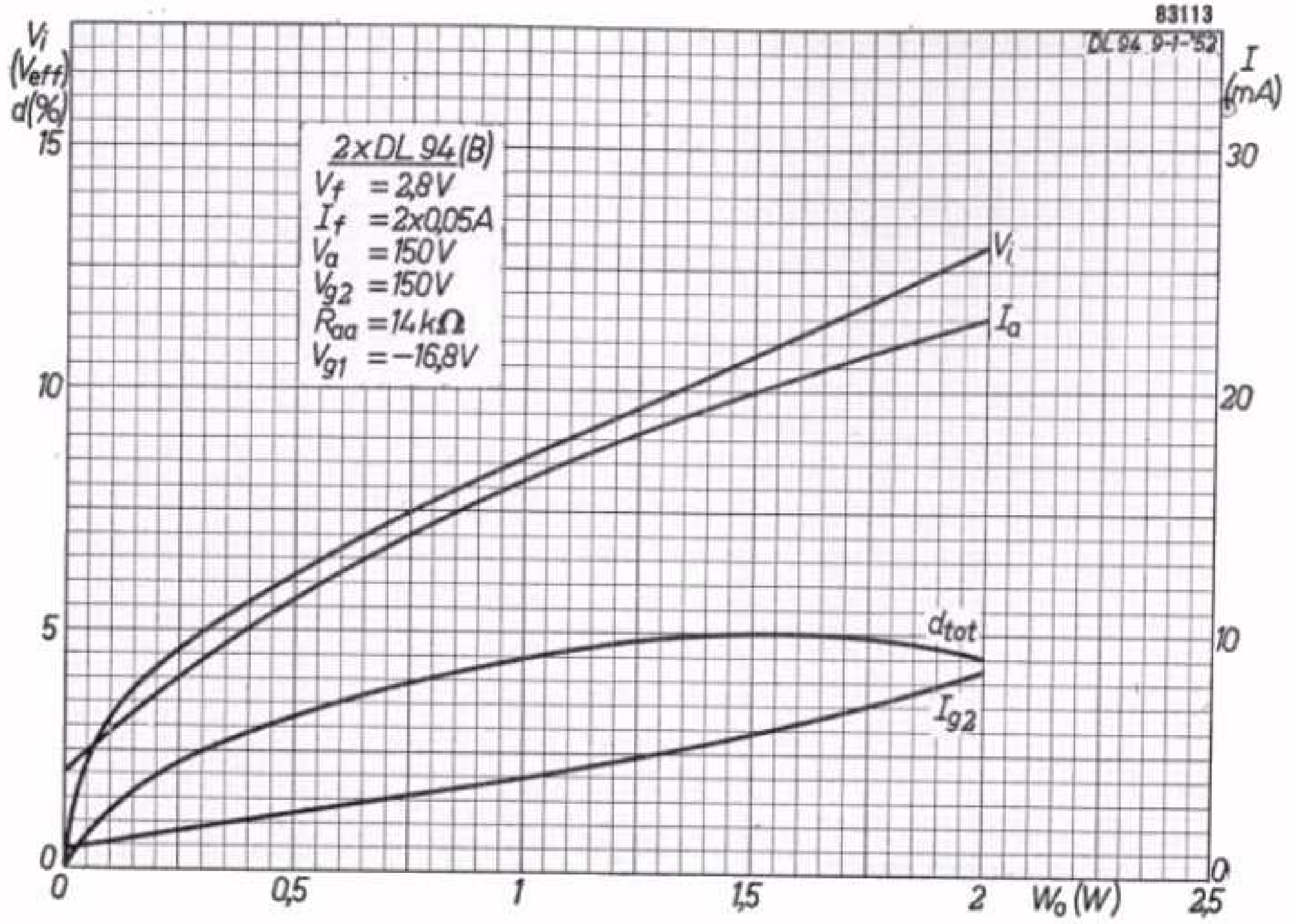


Fig. 92
Als fig. 90, doch bij een voedingsspanning van 150 V.

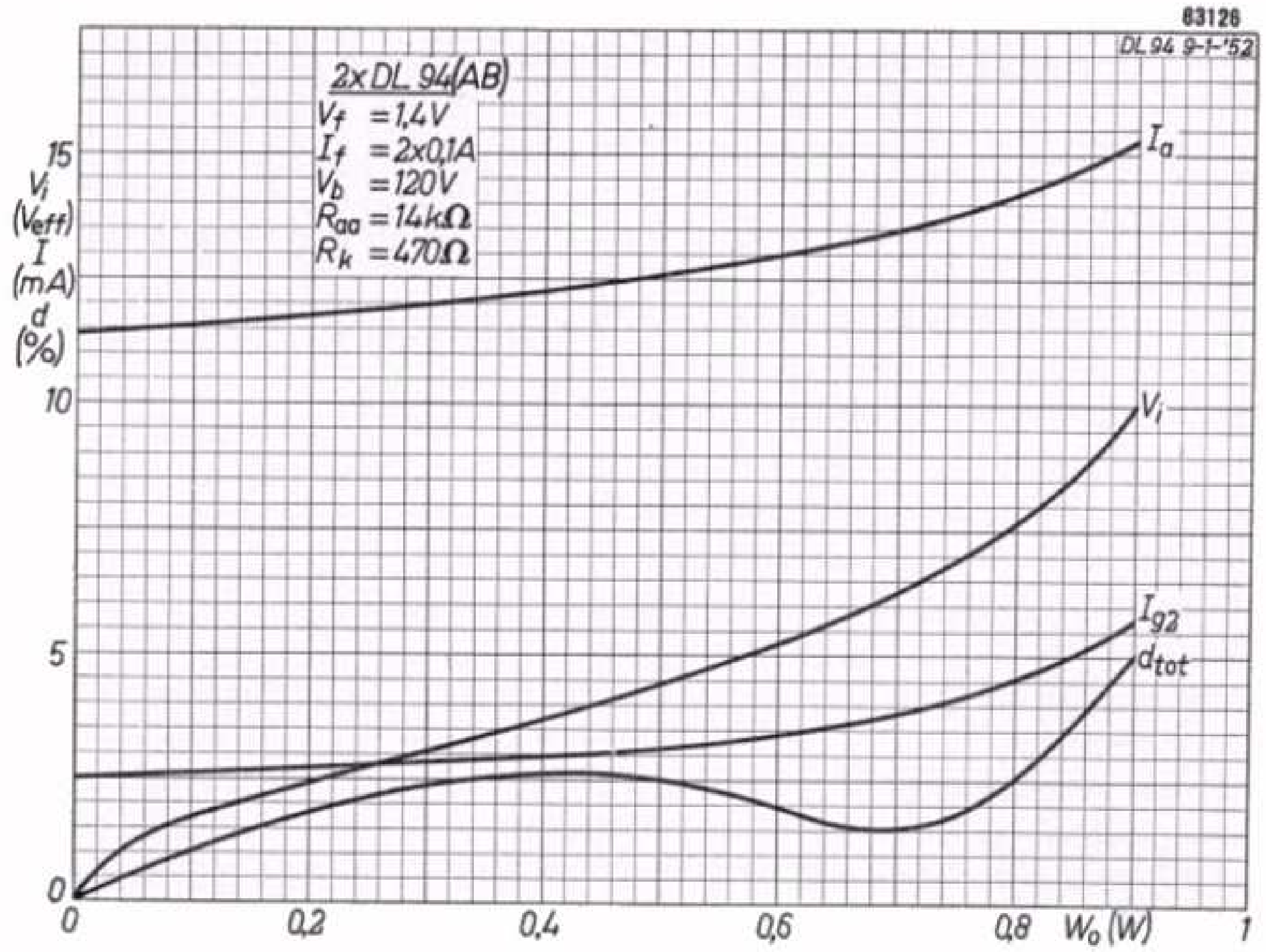


Fig. 93
Anode- en schermroosterstroom, ingangs-wisselspanning en totale vervorming als functie van het uitgangsvermogen, voor twee DL 94 eindpentoden in balans klasse AB, met parallelschakeling van de gloeidraden (V_f = 1,4 V, I_f = 2 × 0,1 A) en bij een voedingsspanning van 120 V.

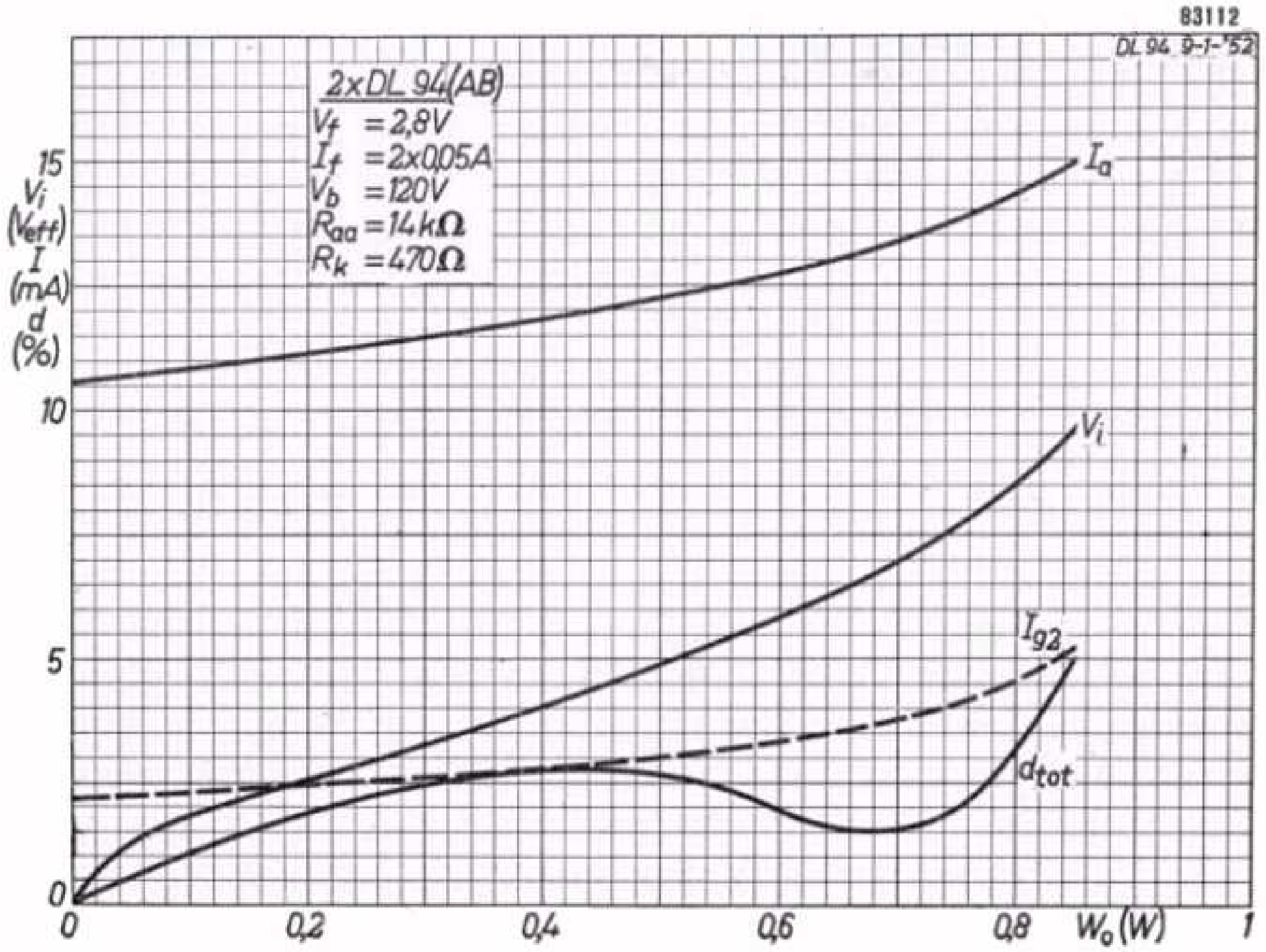


Fig. 94
Als fig. 93, doch metserieschakeling van de gloeidraden (V_f = 2,8 V, I_f = 2 × 0,05 A).

HOOFDSTUK III

DE ELECTRONENSTRAAL-AFSTEMINDICATOREN DM 70 EN DM 71

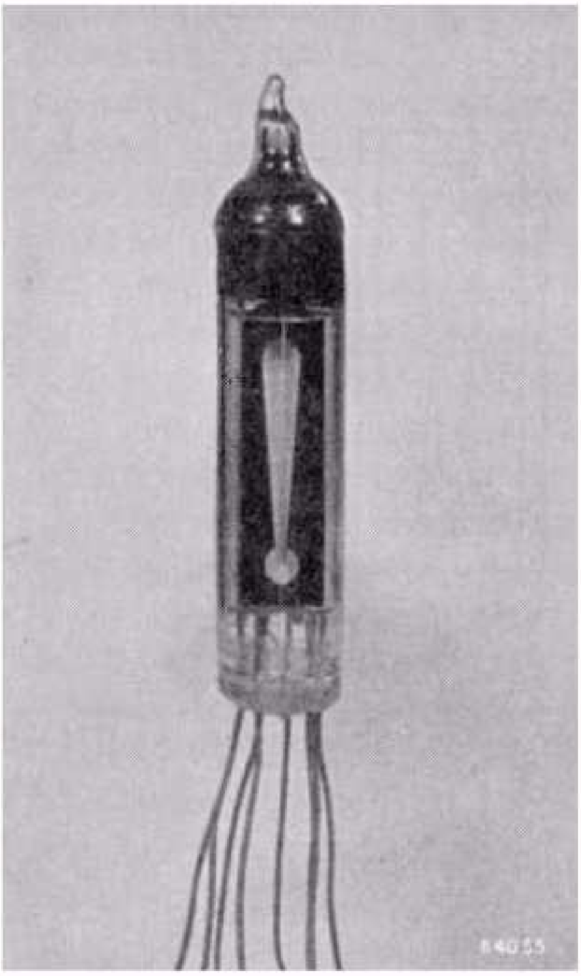


Fig. 95
Afstembuis DM 70.

Inleiding

De beide electronenstraal-afstemindicatoren DM 70 en DM 71 zijn wat hun eigenschappen betreft aan elkaar gelijk. Het physische verschil bestaat hierin, dat de DM 70 geen buishouder nodig heeft, maar is voorzien van lange draden waarmee de buis in de bedrading kan worden opgenomen, terwijl de DM 71 korte verbindingen heeft, die in een kleine buishouder passen. In het vervolg zal dan ook uitsluitend worden geschreven over de DM 70, waarbij er rekening mee gehouden moet worden dat wat over dit type wordt gezegd, ook geldt voor de DM 71.

Het verschil tussen deze nieuwe afstembuis en de gebruikelijke typen ligt in de kleine afmetingen, het geringe stroomverbruik en de zeer eenvoudige samenstelling. De DM 70 heeft een direct verhitte gloeidraad voor 1,4 V, 25 mA, en behoeft slechts een lage anodespanning, die voor goede indicatie minimaal 60 V moet zijn. Daardoor kan deze afstembuis zeer goed worden gebruikt in batterijontvangers, en dit gebruik houdt een indicatie in waaruit blijkt of het apparaat is ingeschakeld of niet. Dank zij zijn speciale vorm en de kleine afmetingen, kan dit buisje zó worden gemonteerd, dat het langs de stationsschaal beweegt en daarbij dienst doet als verlichte wijzer. Hoewel de DM 70 is ontworpen voor gebruik in batterijontvangers, kan deze buis ook met voordeel worden gemonteerd in uit het net gevoede ontvangers; dit brengt evenwel een reeks problemen mee aangaande de voeding, waarvan de behandeling buiten het bestek van dit boekje valt, daar het uitsluitend over batterijontvangers handelt.

Constructie en werking

De afstembuis DM 70 (fig. 95) heeft een subminiatuur omhulling, met een

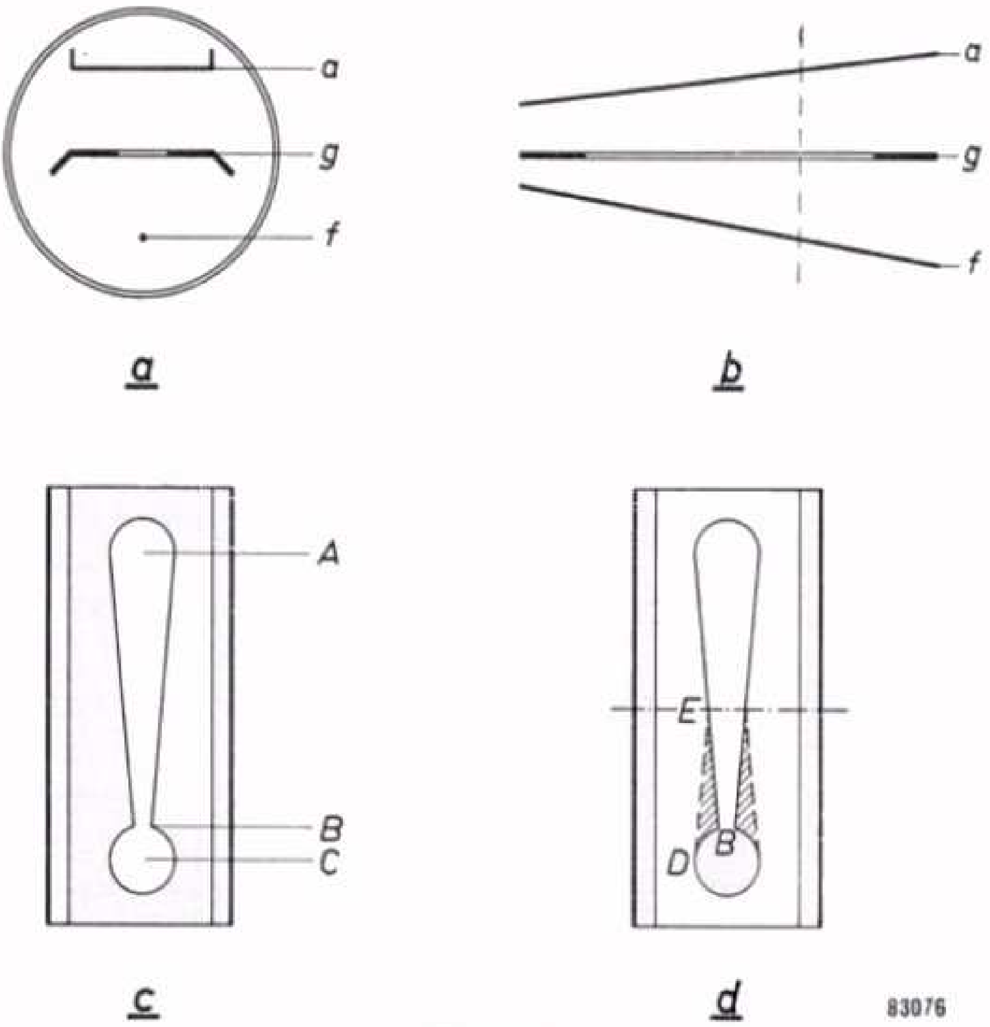


Fig. 96

a) Schematische dwarsdoorsnede van het electrodensysteem van de DM 70.

b) Schematische langsdoorsnede van de DM 70. f = gloeidraad, g = regelelectrode „rooster" en a = anode.

c) Regelelectrode, bestaande uit een plaatje met een opening in de vorm van een uitroepteken. In (d) is de bovenste helft van de opening als spiegelbeeld weergegeven op de onderste helft langs de streeplijn.

maximum diameter van 10,1 mm en een maximum lengte (zonder de verbindingsdraden) van 38 mm. In fig. 96 *a* en *b* worden de doorsneden van het triodesysteem getoond. Het bestaat uit een gloeidraad *f*, een vrijwel vlakke regelelectrode *g*, die in het vervolg als „het rooster" zal worden aangeduid, en een anode *a*. De voorkant van de anode is bedekt met een luminescerend materiaal. Het rooster (fig. 96 c) bestaat uit een metalen plaatje met een verticale opening in de vorm van een uitroepteken, waardoor een gedeelte van de luminescerende anode is te zien. Het zeer dunne, met een emitterende laag bedekte gloeidraadje is voor deze opening gespannen. Het gloeit evenwel zo flauw, dat het nauwelijks kan worden gezien en dus niet in het minst stoort.

Er waren speciale maatregelen nodig om te voorkomen dat de electronenstroom op weg naar de anode zou worden beïnvloed door uitwendige velden. De invloed van dergelijke velden zou zo kunnen zijn, dat de indicatie volledig werd verstoord en dat moeilijkheden veroorzaakt door handeffect zich zouden

kunnen voordoen. Om dit te voorkomen, is de ballon aan de binnenkant bedekt met een doorzichtige geleidende laag, die met min gloeidraad is verbonden, en die als een electrostatische afscherming werkt, zonder de waarneming van het oplichten te beletten.
De werking van de afstembuis kan in het kort als volgt worden verklaard, waarbij eenvoudigheidshalve de gloeidraad wordt beschouwd als een vlak met gelijke potentiaal. Dit is in werkelijkheid geenszins het geval, daar er een beduidend spanningsverschil is tussen de beide uiteinden van de gloeidraad, waarom het nodig is er voor te zorgen, dat de gloeidraad op de juiste mánier met de gloeistroombatterij wordt verbonden, wat later zal worden aangetoond.
Veronderstel dat de roosterpotentiaal zodanig is, dat al de electronen die door de gloeidraad worden geëmitteerd zich naar de anode kunnen begeven. Deze zal dan over de gehele lengte oplichten, wat zichtbaar is door de opening in het rooster. De lengte L van de lichtstreep is dan maximum.
Wordt nu een kleine negatieve spanning op het rooster gebracht, dan wordt de electronenstraal eerst onderdrukt in het nauwste gedeelte van de opening in het rooster, het punt B in fig. 96 c. Wordt de negatieve spannnig op het rooster vergroot, dan zal de lengte van de lichtstreep, gemeten van het punt A, steeds afnemen. Ten slotte wordt de electronenstroom naar de anode vrijwel geheel onderdrukt, en zelfs de kleine lichtplekjes in de punten A en C, waar de opening het wijdst is, verdwijnen. In de practijk evenwel blijven deze plaatsen oplichten, wat bijzonder nuttig is als de afstembuis tevens wordt gebruikt als indicator om aan te tonen of het apparaat is ingeschakeld en als zij als stationswijzer wordt gebruikt.
Uit het bovenstaande volgt, dat bij deze afstembuis, in tegenstelling met de gebruikelijke afstemindicatoren, het lichtend oppervlak kleiner wordt als het rooster meer negatief wordt.
Bij het ontwerpen van het electrodensysteem golden de volgende overwegingen:

1) De lichtintensiteit van het luminescerende oppervlak moet voldoende zijn, zelfs bij een anodespanning van slechts 60 V.

2) De karakteristiek die de lengte van de lichtstreep aangeeft, uitgezet tegen de negatieve roosterspanning, moet voldoende steil zijn; de electronenstroom moet zijn afgeknepen bij een negatieve roosterspanning van 10 V, als de anodespanning 85 V is.

3) De lichtvlek onder in het uitroepteken moet niet doven bij een lagere waarde van de negatieve roosterspanning dan die welke nodig is om de lengte van de lichtstreep tot nul te reduceren. Deze vlek en de lichtstreep moeten bij voorkeur gelijktijdig verdwijnen.

4) De doordringing ($1/\mu$) van de anode in het punt B moet een zeer bepaalde waarde hebben.

Aan de eerste voorwaarde is voldaan door het gebruik van een speciaal luminescerend materiaal als anodebedekking, en door de afstand tussen de gloeidraad en het rooster klein te maken.

Om aan de tweede voorwaarde te voldoen, namelijk de lichtstreep volledig te onderdrukken bij een tamelijk lage negatieve spanning op het rooster, is de doordringing in het punt A klein gehouden. Om bovendien aan de derde voorwaarde te voldoen, moest deze waarde in de punten A en C vrijwel gelijk zijn. Als de afstand tussen het rooster en de anode, en die tussen de gloeidraad en het rooster over de gehele lengte van het electrodensysteem gelijk zouden zijn, zou de doordringing groter zijn in *A* dan in *C*. Dit is aangetoond in fig. 96 d, waarin het spiegelbeeld van de bovenste helft van de roosteropening is aangegeven door een arcering onder de horizontale middellijn. De bijdrage van de gearceerde oppervlakken *EBD* van het rooster tot de veldsterkte in het punt *C* is een maat voor het verschil in doordringing in de punten *A* en *C*. Om deze waarden ongeveer gelijk te maken, bleek het nodig de afstand tussen rooster en anode in *A* groter te maken dan in *C*. Daar uit constructieve overwegingen deze afstand niet willekeurig vergroot kan worden, is het noodzakelijk gebleken ook de afstand tussen gloeidraad en rooster groter te maken in *A* dan in *C*. De scheve opstelling van de anode en de gloeidraad, die is aangeduid in fig. 90 b, is hiermee verklaard.

Daar de afstand tussen de electroden in het punt B al bepaald is door de voorwaarden (1), (2) en (3), krijgt de doordringing in punt B, die het beginpunt van de regelkarakteristiek bepaalt — wat later zal worden uiteengezet — de gewenste waarde door de grootte van de opening in punt *B* juist te kiezen.

Regelbereik

De karakteristiek van deze afstembuis doet denken aan die van een buis met regelbare steilheid, want bij een bepaalde anodespanning is de gevoeligheid het grootst bij kleine regelspanningen. De gevoeligheid is in hoge mate afhankelijk van de grootte van de anodespanning; bij een hoge spanning is de gevoeligheid klein, en zij neemt toe bij afnemende anodespanning. Om de werking van de DM 70 nader te kunnen verklaren, is het nodig het begrip beginpunt van regeling V_{gr} in te voeren. Dit is een buiskarakteristiek, namelijk de waarde van de roosterspanning ten opzichte van de geaarde [1]) kant van de gloeidraad, waarbij een kleine vermindering van de roosterspanning een merkbare verkleining van de maximum lengte (14 mm) van de lichtstreep veroorzaakt. De gangbare waarde van V_{gr} is ongeveer + 1,2 V in de normale schakeling, dat is bij een anodespanning van 85 V, gelijkstroomvoeding van de gloeidraad en aansluiting 4 geaard.

---

[1]) Met „aarde" wordt in dit verband bedoeld de zijde van de gloeidraad die rechtstreeks is verbonden met de onderkant van de detectorkring, welke als regel aan het chassis ligt.

Voorts moet rekening worden gehouden met het feit, dat in de gebruikelijke ontvangers de rustspanning V_{do} aan de diodedetector van —0,2 tot —0,6 V bedraagt. Om zeker te zijn, dat zelfs zwakke signalen een lengteverandering van de lichtstreep veroorzaken, moet de aan de DM 70 toegevoerde AGR spanning niet vertraagd zijn, terwijl de uiterste grens van V_{do} moet blijven beneden de minimum waarde van V_{gr}, die in de practijk kan voorkomen, daar anders een drempelgebied ontstaat waarin geen indicatie wordt verkregen, namelijk wanneer $-V_{gr}$ groter is dan $-V_{do}$.
Het beginpunt van regeling V_{gr} vertoont door onvermijdelijke spreiding in de productie, onderlinge verschillen bij diverse buizen van hetzelfde type; bovendien is het afhankelijk van de anodespanning, de gloeidraadvoeding (gelijk- of wisselstroom) en de manier waarop de gloeidraad is verbonden. Daarom is het nodig de buis zó te schakelen, dat er enerzijds geen kans is dat zij op zwakke signalen niet reageert, omdat $-V_{gr}$ groter is dan $-V_{do}$; anderzijds moet V_{gr} niet zo hoog worden, dat de lengte L_o van de lichtstreep nodeloos te kort zou worden bij afwezigheid van signaal, waardoor de indicatie zou worden beperkt.
De spreiding van V_{gr} is zodanig dat, bij een anodespanning van 85 V en geaarde aansluiting 4 van de met gelijkstroom gevoede gloeidraad, deze waarde ligt tussen + 0,1 V en + 2,3 V. Aldus is er geen kans dat, zelfs onder de meest ongunstige omstandigheden, de DM 70 ongevoelig wordt voor zwakke signalen, terwijl de lengte van de lichtstreep zonder signaal steeds redelijk blijft. Wanneer een anodespanning van een andere waarde wordt aangelegd, of als de gloeidraad met wisselstroom wordt gevoed, kan de DM 70 aan de veranderde omstandigheden worden aangepast door de gloeidraad op andere wijze te verbinden, zodat V_{gr} weer de vereiste waarde aanneemt. Het valt buiten het bestek van dit boekje hier dieper op in te gaan; uit de bijgevoegde grafieken en de nog te behandelen schakeling van de buis in verscheidene typen batterijontvangers kan de werking van de buis door de geïnteresseerde lezer worden afgeleid, voor zover het de gelijkstroomtoepassing van de DM 70 betreft.

GEGEVENS VAN DE AFSTEMINDICATOR DM 70

Gloeidraadgegevens

Gloeidraad direct verhit door batterij, gelijkstroom, gelijkgerichte wisselstroom of wisselstroom; serie- of parallelvoeding.

Parallelvoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,4 V
Gloeistroom	I_f	=	25 mA

Serievoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,3 V

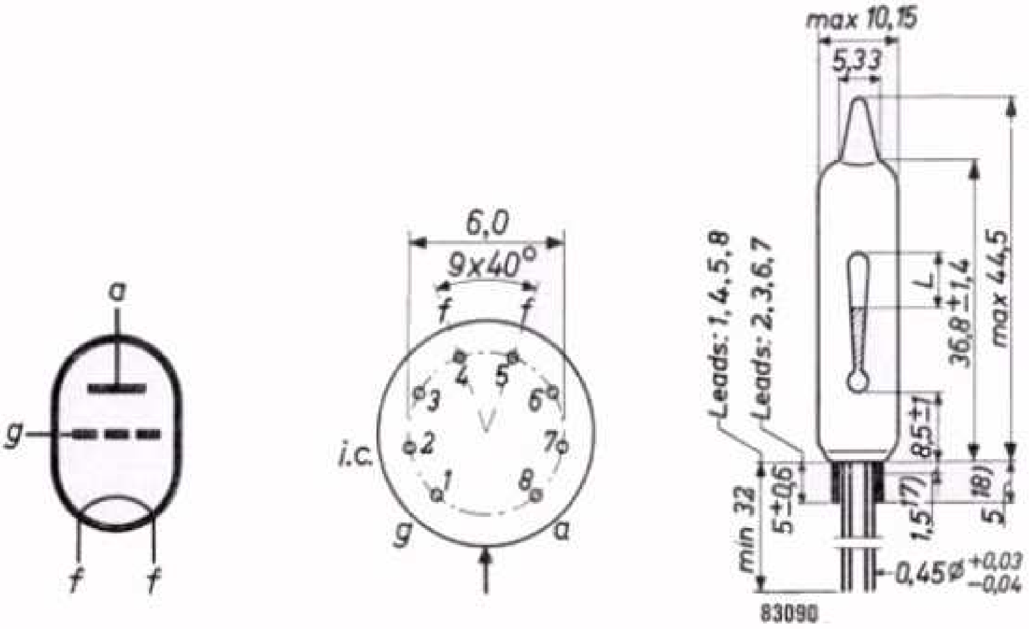


Fig. 97
Electrodenschema, aansluitingen en afmetingen in mm van de DM 70 en DM 71.

Instelgegevens

Gloeispanning	V_f	1,4	1,4 V
Anodespanning	V_a	85	60 V
Roosterspanning voor volledig doven	V_g	—10	—7 V
Lengte van de lichtstreep (bij $V_g = 0$ V) . .	L	11	10 mm
Anodestroom bij 0 V roosterspanning	I_a	170	105 μA

Grensgegevens

Batterijspanning ($I_a = 0$)	V_{bo}	max.	450 V
Batterijspanning	V_b	max.	300 V
Anodespanning	V_a	max.	150 V*)
Anodespanning	V_a	min.	45 V
Anodedissipatie	W_a	max.	75 mW
Katodestroom	I_k	max.	0,6 mA
Uitwendige weerstand tussen rooster en min gloeidraad	R_g	max.	10 MΩ

*) In niet geregelde toestand.

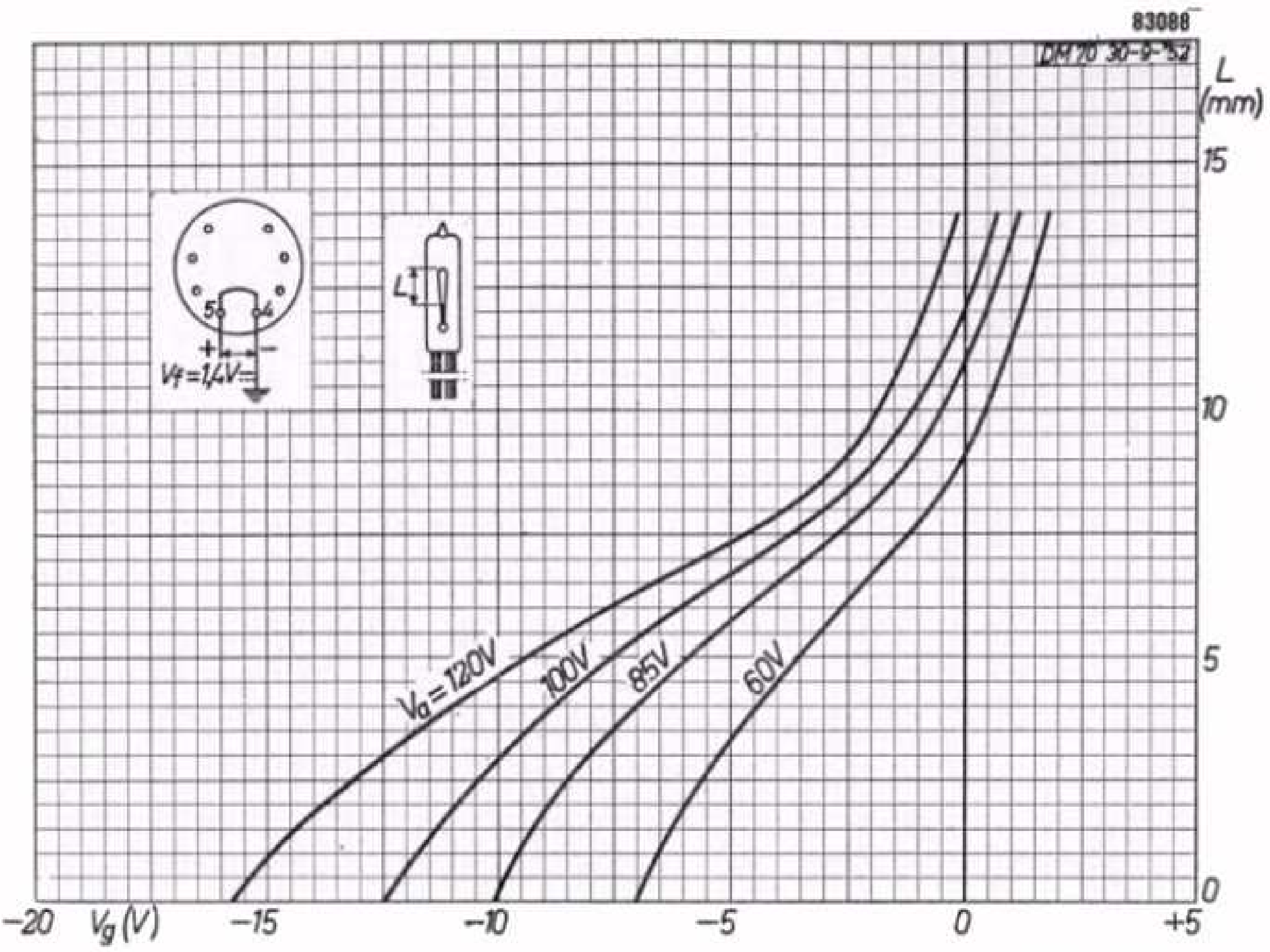


Fig. 98

Lengte van de lichtstreep als functie van de roosterspanning voor verscheidene anodespanningen. De gloeidraadverbinding 4 is geaard.

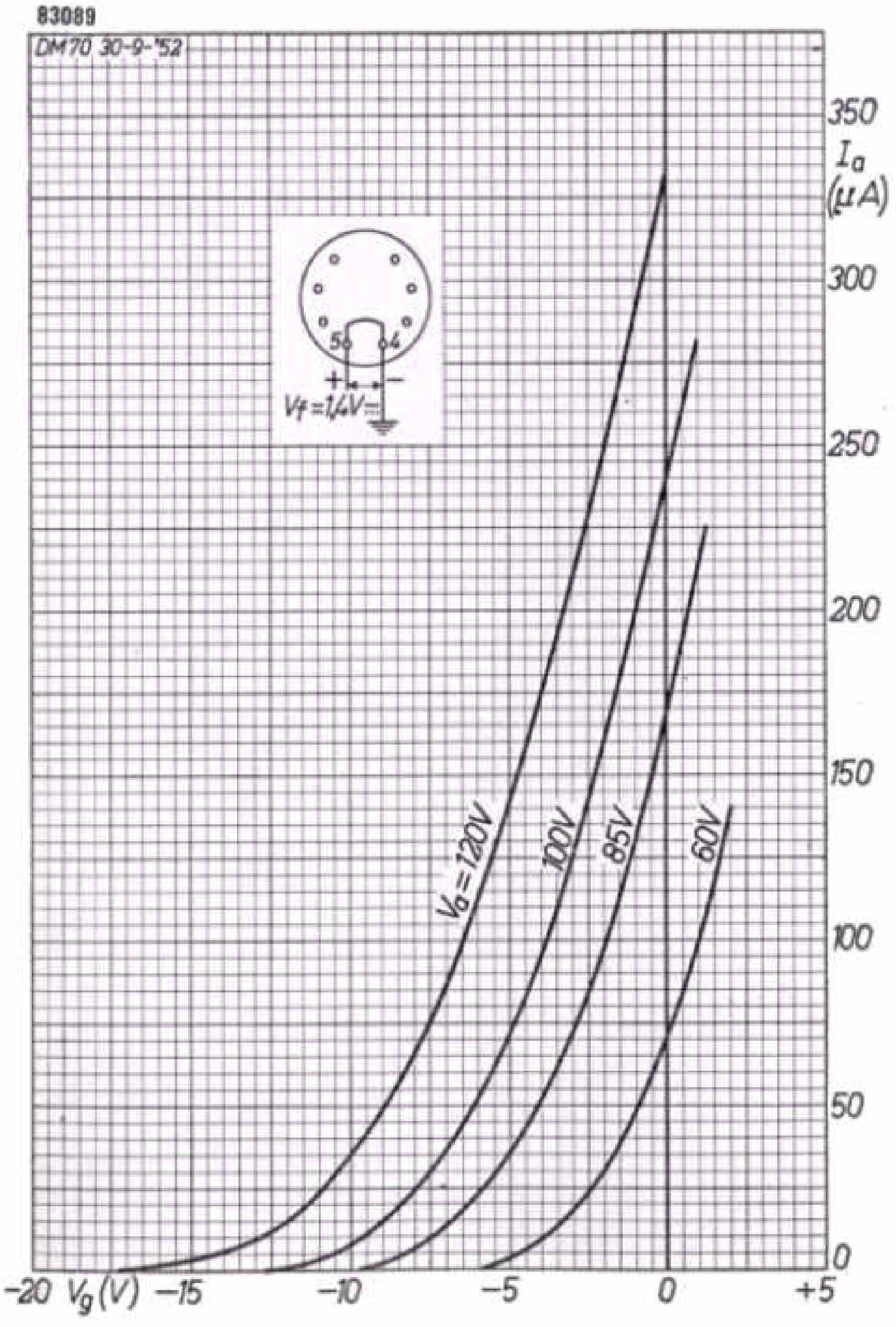


Fig. 99

Anodestroom I_a als functie van de roosterspanning I_g, voor verscheidene anodespanningen. Aansluiting 4 is geaard.

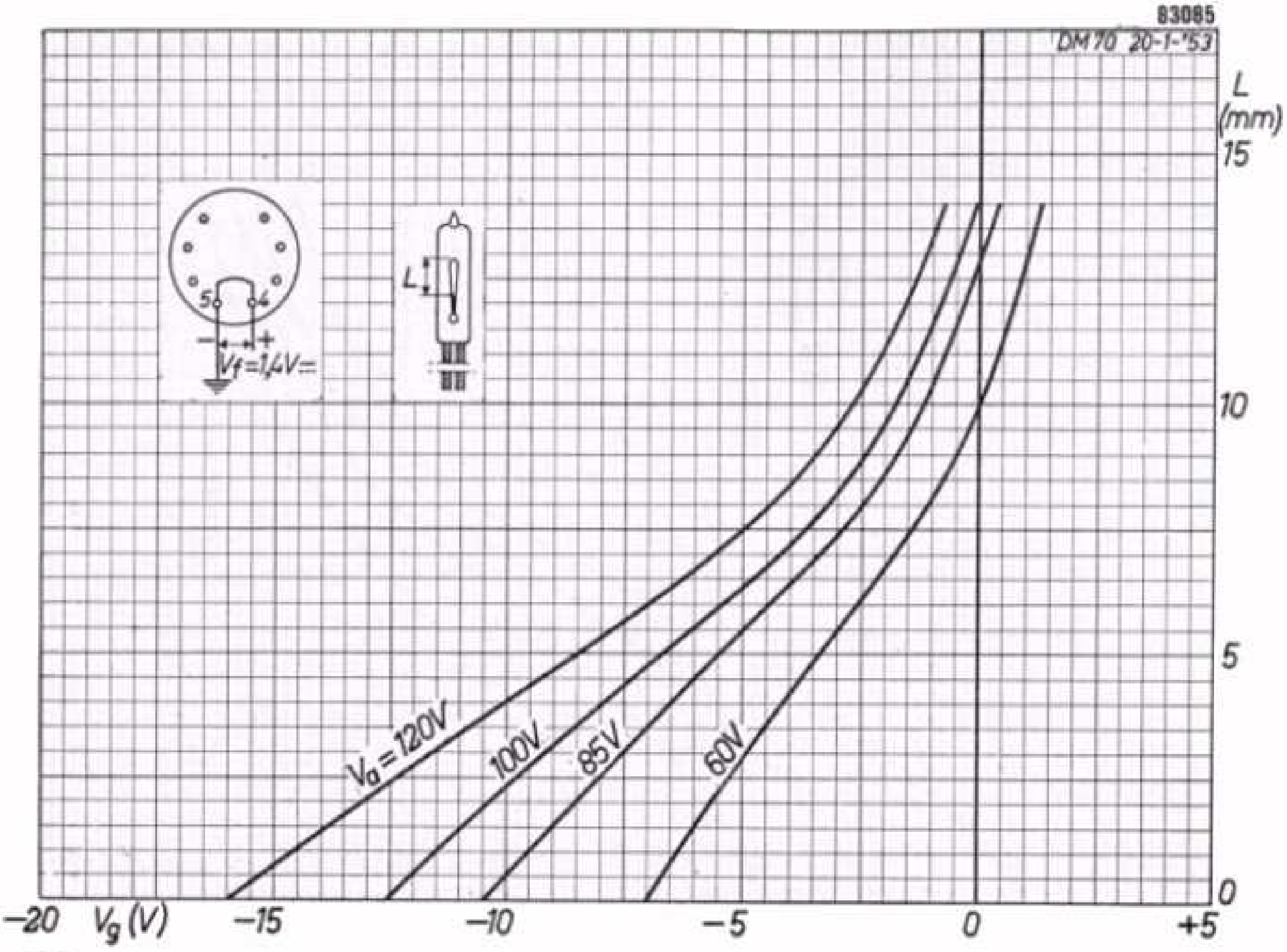


Fig. 100
Als fig. 98, maar met aansluiting 5 geaard.

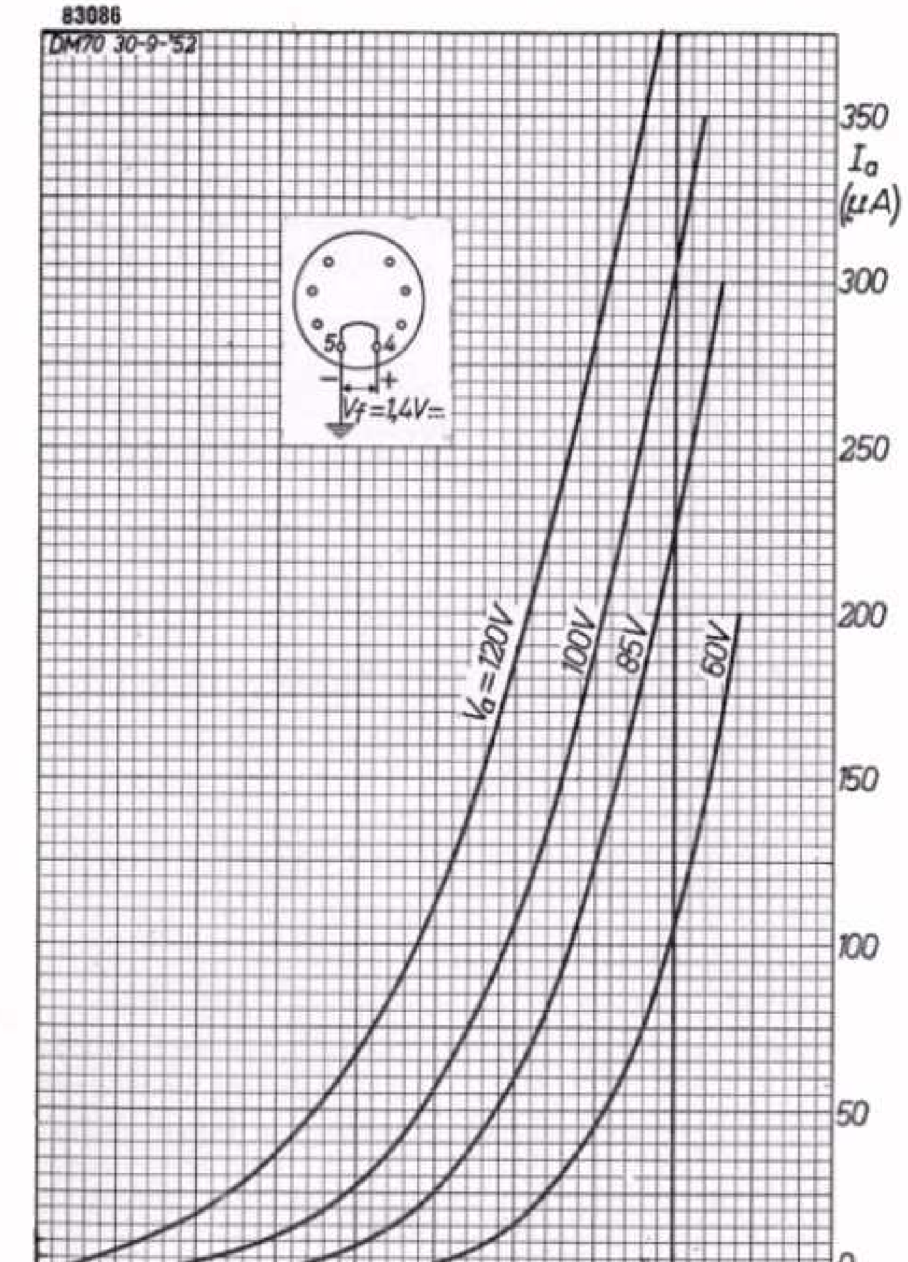


Fig. 101
Als fig. 99, maar met aansluiting 5 geaard.

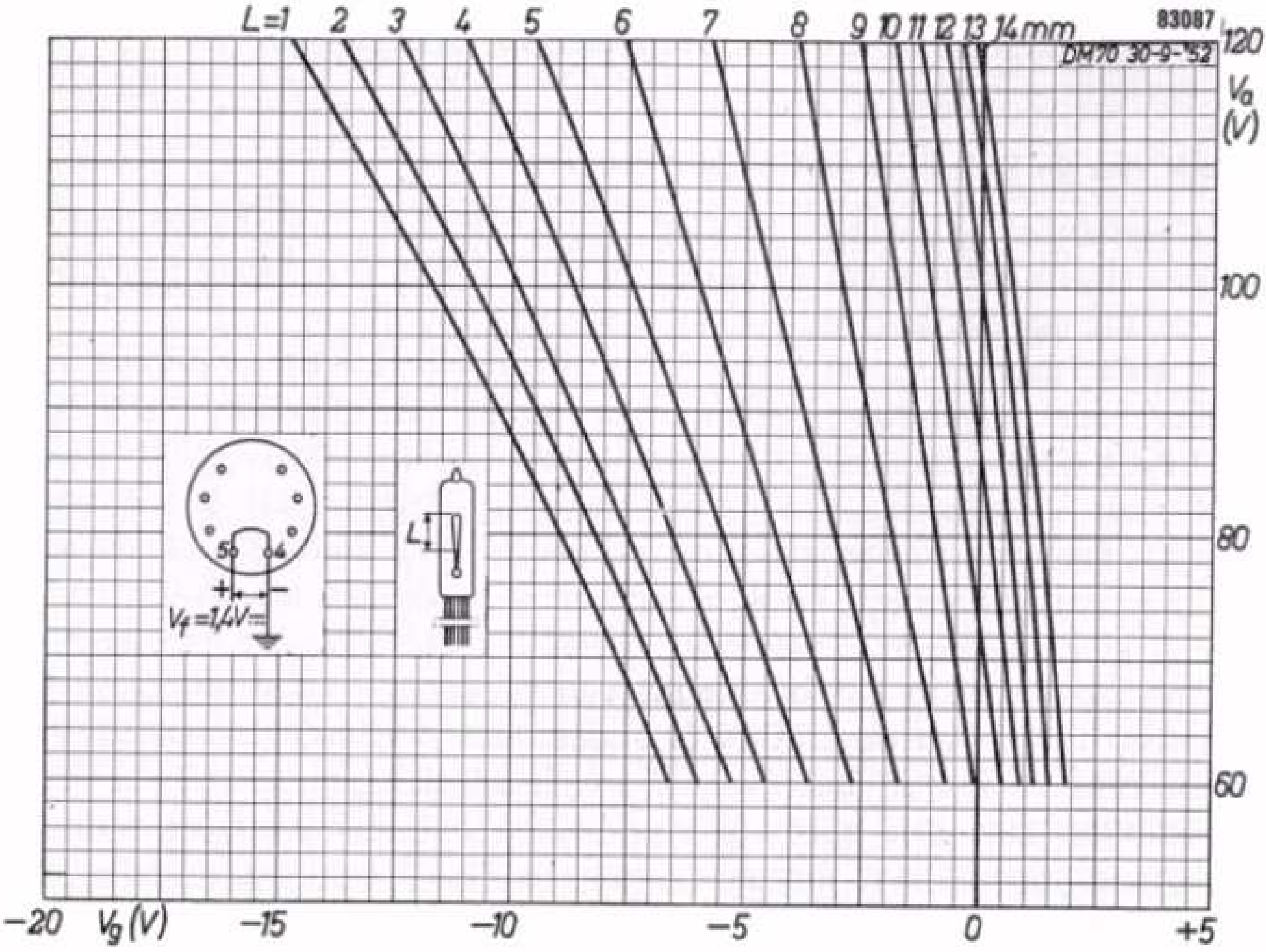


Fig. 102
Verband tussen anodespanning (V_a), roosterspanning (V_g) en lengte van de lichtstreep (L), als aansluiting 4 is geaard.

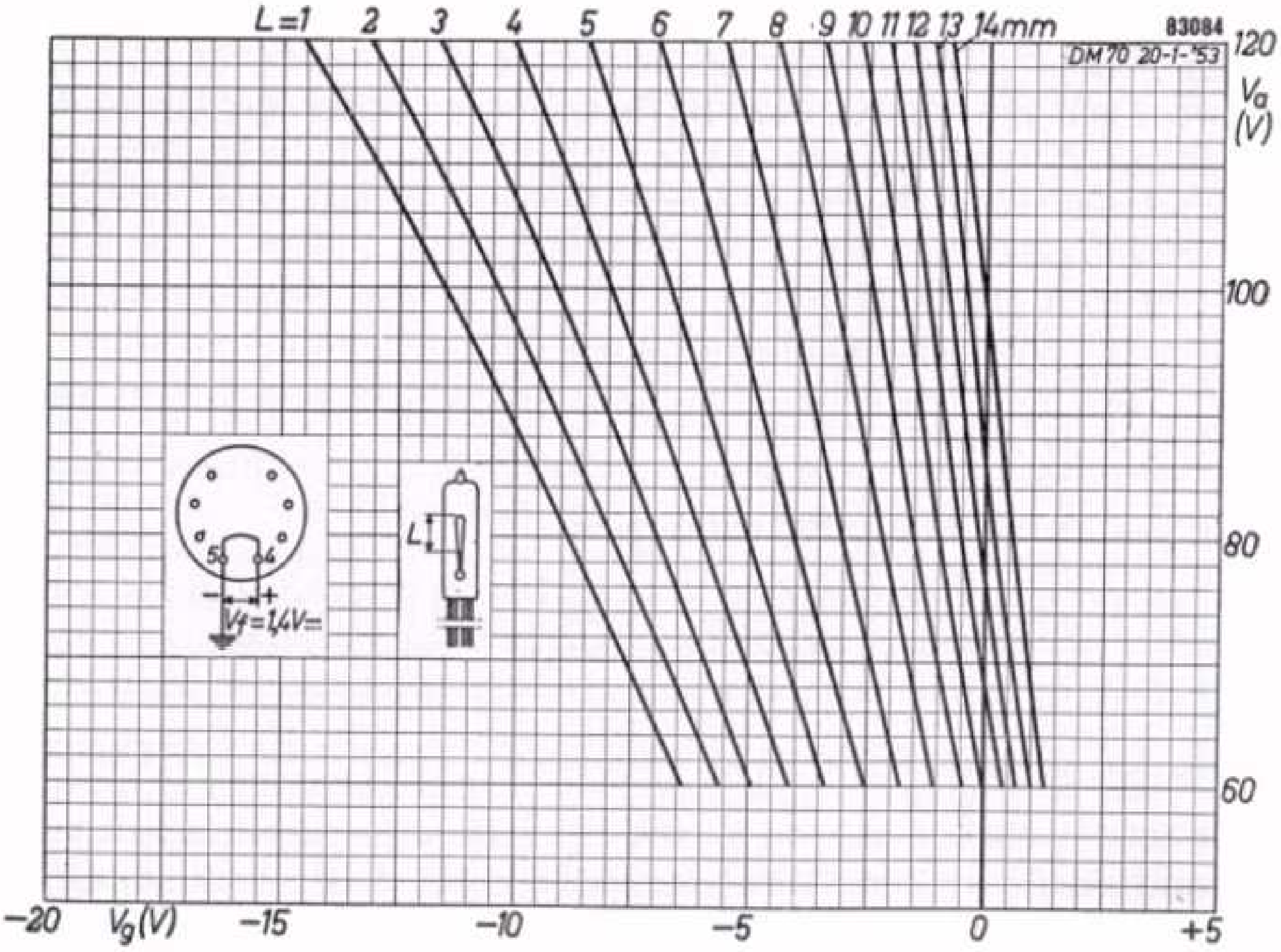


Fig. 103
Als fig. 102, maar met aansluiting 5 geaard.

Gebruik van de DM 70 in batterijontvangers

In een verhandeling over de schakeling van de DM 70 in batterijontvangers zijn twee typen ontvangers te beschouwen: die met een batterijspanning van 90 V en die welke zijn ontworpen voor 67,5 V.
Als de batterijspanning 90 V is, blijft na aftrek van de negatieve roosterspanning voor de eindbuis een anodespanning van ongeveer 85 V beschikbaar. In dit geval moet aansluiting 4 worden geaard. Zoals blijkt uit fig. 98, waarin voor verscheidene anodespanningen de lengte van de lichtstreep L is uitgezet tegen de roosterspanning, en uit fig. 102, die het verband aangeeft tussen de roosterspanning, de anodespanning en de lengte van de lichtstreep, voor een gemiddelde buis waarvan aansluiting 4 is geaard, is onder de gegeven omstandigheden het beginpunt van regeling +1,2 V, en L_0 is 11 mm. De roosterruimte van de DM 70 is onder deze omstandigheden 10 V, zodat er geen kans is dat de buis geheel wordt afgeknepen.
Experimenten met een normale vier-buizen batterijontvanger waarvan de gevoeligheid voor 50 mW uitgangsvermogen 50 μV bedroeg, toonden aan dat een merkbare verandering van de lichtstreep werd verkregen bij een signaal van 100 μV.
Bij een voedingsspanning van 67,5 V, is de beschikbare anodespanning voor de DM 70 ruim 60 V. Zoals uit de figuren 98 en 102 blijkt, zou V_{gr} dan de onnodig hoge waarde van +1,8 V aannemen, waardoor L_0 tot 9 mm zou worden gereduceerd. In dat geval is het beter aansluiting 5 met aarde te verbinden, en de grafieken van fig. 100 en 103 gelden onder die omstandigheden voor een gemiddelde buis. Bij beschouwing blijkt dat het beginpunt van regeling V_{gr} nu teruggebracht is tot +1,3 V, en L_0 is nu 10 mm voor een gemiddelde buis. De roosterruimte is nog 7 V, wat ruim voldoende is voor normaal gebruik.
In de grafieken afgebeeld in fig. 99 en 101, is voor verscheidene anodespanningen de anodestroom uitgezet tegen de roosterspanning; fig. 99 geldt voor een buis waarvan aansluiting 4, en fig. 101 voor een buis waarvan aansluiting 5 is geaard.

Gebruik van de DM 70 in ABC ontvangers

In ABC ontvangers is de gloeidraad van de DM 70 verbonden in serie met de gloeidraden van de andere met gelijkstroom gevoede gloeidraden, en zo nodig geshunt door een weerstand. Als een gloeistroomketen voor 50 mA wordt gebruikt, zou de waarde van deze weerstand $\frac{1,4}{(0,05-0,025)} = 56\ \Omega$ moeten zijn. De juiste volgorde van de buizen in de gloeidraadketen wordt bepaald door verscheidene overwegingen aangaande brom, AGR en negatieve roosterspanning voor de eindbuis, met het resultaat dat de DM 70 niet de meest gunstige plaats kan worden toebedeeld. Dit is te zien in fig. 104, waarin een gedeelte van de schakeling van een vijf-buizen ABC ontvanger wordt

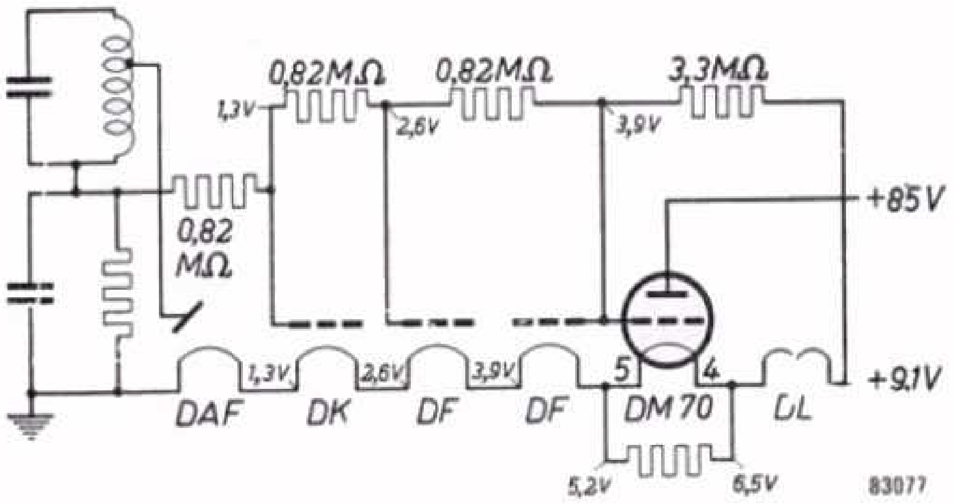


Fig. 104
Schakeling van de DM 70 in een ABC ontvanger met vijf buizen. De spanningen aan de potentiometer, wanneer geen signaal wordt ontvangen, zijn op verscheidene punten aangegeven.

getoond; soortgelijke overwegingen gelden voor een vier-buizen ontvanger. Uit het schema blijkt dat de regelspanning wordt aangelegd aan de roosters van de beide M.F. versterkbuizen, aan de mengbuis en aan de afstembuis. Dit is bereikt door een spanningsdeler te verbinden tussen de positieve kant van de gloeistroomketen en de diode-detector. Deze spanningsdeler moet zo zijn berekend, dat zonder signaal geen negatieve roosterspanning (ten opzichte van de negatieve kant van de gloeidraad) voor de in de regeling opgenomen buizen aanwezig is. Het gevolg hiervan is, dat de beschikbare regelspanning kleiner wordt. Het gedeelte van de in totaal over de potentiometerschakeling aanwezige regelspanning dat aan de mengbuis wordt toegevoerd is 86 %, terwijl 72 % wordt toegevoerd aan het rooster van de eerste M.F. versterkbuis, en 57 % aan het rooster van de tweede.
Door op de ingeslagen weg voort te gaan en het rooster van de DM 70 te verbinden met een punt dat overeen zou komen met de negatieve kant van de gloeidraad, zou het deel van de regelspanning dat voor de DM 70 ter beschikking kwam slechts 43 % bedragen. Dit is vermeden door het rooster van de DM 70 te verbinden met het rooster van de tweede M.F. buis. Zou nu de DM 70 op de normale wijze geschakeld zijn voor een voedingsspanning van 85 V, d.i. met aansluiting 4 op een lagere potentiaal dan aansluiting 5, dan zou L_0 aanmerkelijk zijn ingekort, want de waarde van V_{gr} is dan $+1{,}2 + 1{,}3 = +2{,}5$ V. Dit is vermeden door de DM 70 zo te verbinden, dat aansluiting 5 negatief is ten opzichte van aansluiting 4, zodat de waarde van V_{gr} nu wordt: $+0{,}4 + 1{,}3 = +1{,}7$ V, voor een gemiddelde buis.
In een experimentele ABC ontvanger met vijf buizen, die een gevoeligheid heeft van 10 μV voor een uitgangsvermogen van 50 mW, wordt een duidelijke indicatie verkregen bij een antennesignaal van 20 μV, terwijl in een ABC ontvanger met vier buizen en een gevoeligheid van 50 μV voor 50 mW uitgangsvermogen, een antennesignaal van 50 μV nodig blijkt.

HOOFDSTUK IV

MINIATUUR BATTERIJBUIZEN MET GLOEIDRADEN VOOR 25 mA

Bij vroegere series batterijbuizen had men reeds versterkbuizen met gloeidraden voor 25 mA. In de D 20 serie waren bij voorbeeld de DAC 21 en de DF 21 van dergelijke gloeidraden voorzien. In de serie rimlock buizen waren dat de DAF 40 en de DAF 41. Men was er evenwel nog nimmer in geslaagd om mengbuizen en eindbuizen met een zo kleine gloeistroom te maken. In ABC ontvangers, waarin de gloeidraden van de buizen in serie zijn geschakeld, gaf dit aanleiding tot moeilijkheden. In dergelijke ontvangers werden de twee 25 mA buizen parallel geschakeld, en deze combinatie stond in serie met de beide andere buizen. Het gevolg was dat, als een der 25 mA buizen een defecte gloeidraad kreeg, ook de andere buis onherroepelijk sneuvelde. Ook werd gloeidraadbreuk veroorzaakt door niet ter zake kundige reparateurs die bij een ingeschakeld toestel een der 25 mA buizen uit de houder trokken; de parallel geschakelde buis raakte defect, en dan werd de oorspronkelijke buis weer ingezet, en die kreeg ook een verbrande gloeidraad. Dit alles maakte deze ABC ontvangers weinig populair, en doelbewust werd daarom de D 90 serie, die in hoofdstuk 2 is beschreven, geheel met 50 mA gloeidraden uitgerust. Met deze serie heeft de ABC ontvanger het verloren gegane terrein geheel herwonnen.

Evenwel, de batterijkosten vormen het grootste gedeelte van de totale onderhoudskosten van batterijontvangers, en het streven van de ontwerpers van batterijbuizen is er dan ook steeds op gericht geweest een complete serie batterijbuizen voor 25 mA gloeistroom te maken. Met de in dit hoofdstuk beschreven D 96 serie is men daarin volkomen geslaagd.

Deze serie omvat de volgende typen:

DK 96, zelfoscillerende heptode mengbuis,
DF 96, H.F. pentode,
DAF 96, diode - L.F. pentode,
DL 96, eindpentode.

Deze buizen zijn, met uitzondering van de eindbuis, alle voorzien van een wolfraam gloeidraad voor 1,4 V, 25 mA. De eindbuis heeft twee van deze gloeidraden, die een gemeenschappelijke aansluitpen hebben, zodat de gloeidraden naar verkiezing in serie of parallel kunnen worden geschakeld. In het eerste geval heeft men een gloeidraad voor 2,8 V, 25 mA, in het tweede een voor 1,4 V, 50 mA. Een derde mogelijkheid is het gebruik van één gloeidraad in de z.g. spaarschakeling, waarbij de stromen en de steilheid tot de helft worden gereduceerd, wat ook het geval is met het uitgangsvermogen. Het rendement van de buis blijft uiteraard gelijk aan dat hetwelk wordt bereikt met parallel geschakelde gloeidraden.

Op het verschil tussen wolfraam en nikkelen gloeidraden moet iets dieper

worden ingegaan. Zoals bekend mag worden verondersteld, is de moderne gloeidraad in batterijbuizen te vergelijken met een indirect verhitte katode, echter met dit verschil, dat hier de emitterende laag rechtstreeks op het verwarmingselement, de gloeidraad, is aangebracht. Vroeger kende men ook de z.g. gethorieerde gloeidraad, die uit een samenstelling van wolfraam en thorium bestond. Dergelijke gloeidraden worden thans zeer veel in direct verhitte zendbuizen gebruikt; met het nu gebruikelijke systeem hebben de kleine en zuinige batterijbuizen een veel hoger rendement.
Men kan uiteraard de emitterende laag aanbrengen op ieder daarvoor geschikt materiaal. De metalen wolfraam en nikkel worden meestal gebruikt, en beide hebben hun typische voor- en nadelen. Nikkel is een materiaal met een geringere veerkracht dan wolfraam; ook is de uitzettingscoëfficiënt lager. Om deze redenen heeft nikkel, verwerkt als gloeidraad, een lagere veerspanning nodig om de draad gecentreerd in het electrodensysteem te houden. Daardoor wordt de gloeidraad minder krachtig tegen de mica isolatoren gedrukt en koelt hij dientengevolge aan de uiteinden minder sterk af dan een wolfraam gloeidraad. Deze laatste zet namelijk veel meer uit en heeft daardoor een veel grotere veerspanning nodig. In een kleine buis met geringe gloeidraadlengte, wordt de noodzakelijke emissie veel gemakkelijker bereikt met een nikkelen gloeidraad dan met een van wolfraam. Dit is dan ook de reden waarom bij de overgang van de rimlock serie op de miniatuur serie, de wolfraam gloeidraden werden vervangen door nikkelen gloeidraden.
Uit een oogpunt van microfonisch effect evenwel, dat bij batterijbuizen altijd een probleem vormt, is de wolfraam gloeidraad verre in het voordeel. Waarom dit zo is zal nog nader worden behandeld; dat van nikkel weer op wolfraam werd overgegaan bij de ontwikkeling van de D 96 serie had een andere reden. Dat de buizen daarbij zeer goede eigenschappen kregen ten aanzien van microfonisch effect, was een aangename bijkomstigheid, die evenwel terdege in het ontwerp is uitgebuit.
Zou men voor 25 mA buizen van de afmetingen van miniatuurbuizen nikkelen gloeidraden willen gebruiken, dan waren daarvoor draden ter dikte van 17 μ nodig. Van zulke draadjes is echter de sterkte ten enenmale onvoldoende. Nikkel is voor dit doel te zacht. Wolfraam wordt evenwel zelfs gebruikt voor gloeidraden ter dikte van 8 μ in buisjes voor hoorapparaten, zodat voor de 25 mA buizen het maken van wolfraam gloeidraden die 11 μ dik zijn, niet op grote bezwaren stuitte. In de fabricage was evenwel de grote moeilijkheid het feit dat de buizen ook geschikt moesten zijn voor serievoeding. Daardoor werden zeer hoge eisen gesteld aan de toleranties van de draaddikte, en het leek er aanvankelijk dan ook op dat de buizen met wolfraam gloeidraad alleen geschikt zouden worden voor parallelvoeding. Ten slotte is men er toch in geslaagd de gloeidraden met voldoend kleine toleranties te vervaardigen, om de D 96 serie geschikt te maken voor gebruik in BGW ontvangers. Hierbij doen zich enkele voedingsproblemen voor; op deze zal in het volgende hoofdstuk worden ingegaan.

Dat uit een oogpunt van microfonisch effect wolfraam gloeidraden gunstiger zijn dan die van nikkel, houdt verband met de hogere veerspanning die kan, en moet, worden toegepast. Bij een wolfraam gloeidraad bedraagt deze veerspanning ongeveer 5 g; een nikkelen gloeidraad zou bij zulk een veerspanning bezwijken. Het gevolg van deze sterke veerspanning is, dat in de miniatuurbuizen van de D 96 serie de resonantiefrequentie van de gloeidraden ongeveer 4300 Hz bedraagt. Deze waarde ligt dus in een frequentiegebied waarin de weergavekromme van een omroepontvanger al een enigszins dalend verloop heeft. Bovendien is uit proeven op het gebied van microfonisch effect gebleken, dat deze hogere frequentie zich minder goed door het chassis en de kast van het apparaat voortplant dan trillingen van lagere frequentie. Bij de buizen van de D 90 serie met nikkelen gloeidraad is de resonantiefrequentie in de buurt van 1000 Hz. Dit is midden in het frequentiespectrum dat door een ontvanger wordt weergegeven, en bovendien wordt een trilling van een dergelijke frequentie beter door de kasten en het chassis naar de buishouder geleid. In de apparatenbouw eist het gebruik van de D 90 serie dus speciale maatregelen tegen microfonisch effect, welke bij de D 96 serie niet of nauwelijks nodig zijn.

MENGBUIS DK 96

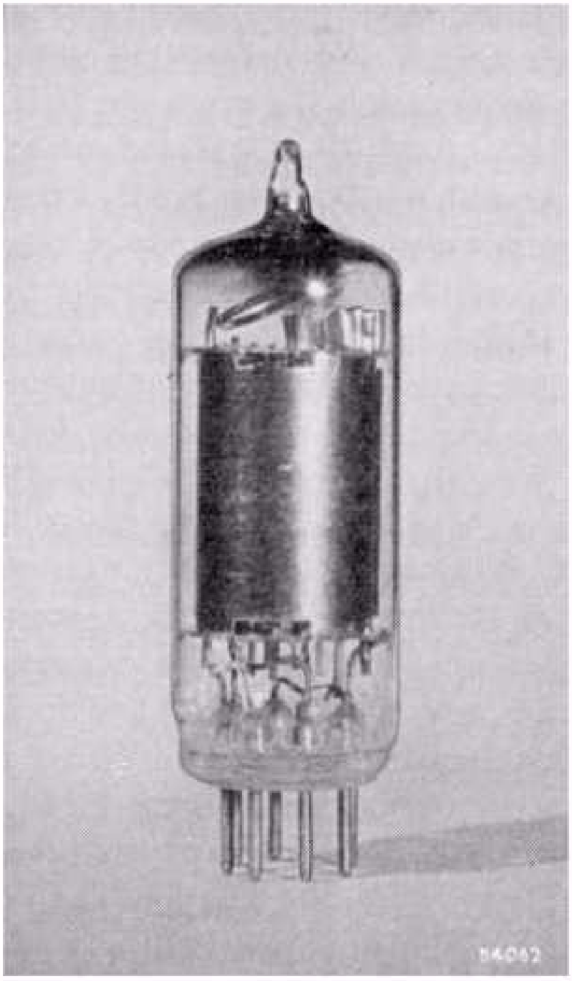


Fig. 105
Mengbuis DK 96.

Beschrijving

De DK 96 is een miniatuur heptode mengbuis met een gloeistroom van 25 mA bij een gloeispanning van 1,4 V; zij is bestemd voor gebruik in zeer zuinige batterijontvangers; haar electrodensysteem komt vrijwel geheel overeen met dat van de eerder beschreven mengbuis DK 92. Hoewel het gloeistroomverbruik van de DK 96 de helft bedraagt van dat van de DK 92, is haar mengsteilheid maar weinig lager. Deze is 300 μA/V bij een katodestroom van 2,4 mA en een oscillatorspanning van 4 V. De DK 96 heeft een regelkarakteristiek met gunstige kruismodulatie eigenschappen, zodat ze in de AGR kan worden opgenomen.
De oscillatorsteilheid van de DK 96 is evenwel kleiner dan die van de DK 96. Hoewel de buis wil oscilleren tot op de hoogste frequenties die in een omroepontvanger voorkomen (27,5 MHz), kan niet worden gegarandeerd dat zij het zal doen bij onderspanning (min of meer uitgeputte batterijen). Het is daarom beter deze buis niet te gebruiken bij frequenties hoger dan 20 MHz. Bovendien moeten speciale maatregelen worden genomen wanneer de DK 96 wordt gebruikt in B.G.W. ontvangers die moeten werken in de kortegolfband van 16—40 m, bij voorbeeld: verdeling van de band in twee bereiken met bandspreiding.

Gebruik van de DK 96

Bij mengbuizen is het gedrag van de oscillator van primair belang, en na wat er reeds over de DK 92 is geschreven, is slechts een korte uiteenzetting nodig over deze nieuwe mengbuis.
Het schermrooster moet een spanning hebben van ongeveer 65 V, daar deze spanning, in combinatie met de opgegeven stuurrooster- en oscillator-anodespanningen, de gunstigste conversiesteilheid geeft. In BGW ontvangers waarin de stuurroosterspanning een weinig positief kan worden, is het aanbevelenswaardig de schermroosterspanning iets lager te kiezen. De beste

instelling wordt verkregen wanneer men de anodestroom op ongeveer 0,6 mA instelt met nul volt roosterspánning.
Evenals in andere heptode- en octode mengbuizen, worden de beste resultaten in het oscillatorgedeelte verkregen met een afgestemde roosterkring, terwijl de terugkoppelspoel in de anodekring wordt opgenomen. De aardzijde van de roosterlekweerstand moet aan de positieve kant van de gloeidraad worden verbonden, dus niet aan aarde. Een afgestemde anodekring moet worden afgeraden, omdat daarbij grote oscillatorspanningen op de anode (tweede rooster) voorkomen, wat een achteruitgang van de conversiesteilheid veroorzaakt en bovendien tot grotere straling aanleiding geeft.
Zowel serie- als parallelvoeding van de oscillatoranode kan worden gebruikt, maar de eerste is aan te bevelen, vooral op kortegolf, daar zo een betere werking op hoge frequentie kan worden verkregen dan met parallelvoeding. Parallelvoeding kan op lagere frequenties worden gebruikt, en biedt dan soms voordelen als de oscillatorspoel niet zó is gewikkeld, dat minimale variatie van roosterstroom over het golfbereik optreedt. Het is trouwens onder alle omstandigheden gewenst de roosterstroomvariatie te beperken, daar, zoals uit de grafiek van fig. 111 blijkt, de conversiesteilheid aanzienlijk afneemt bij hoge roosterstroom, evenals de frequentieverschuiving bij het werken van de AGR. Een gunstig verloop van de roosterstroom verkrijgt men met oscillatorspoelen die vast zijn gekoppeld en een hoge kwaliteitsfactor (Q) hebben.
Op het lange- en middengolfbereik moet de terugkoppelwikkeling worden aangebracht in een enkele laag, vast gekoppeld boven de afgestemde wikkeling. Voor de kortegolfspoel moet de terugkoppelwikkeling worden aangebracht in de spaties en aan de aardzijde van de afgestemde wikkeling. Bovendien moet een opjaagspoel, afgestemd op ¾ van de laagste oscillatorfrequentie, in de schakeling worden opgenomen.
Evenals met andere batterij-mengbuizen, moet grote aandacht worden geschonken aan de opstelling en de bedrading van het kortegolf gedeelte. De belangrijke punten zijn: korte verbindingen en gescheiden aardverbindingen voor de oscillator- en de stuurroosterkringen. Dit geldt speciaal voor de afstemcondensator, waarvoor het ook aanbeveling verdient een aparte aardverbinding voor de afscherming te gebruiken.
Als deze wenken worden opgevolgd, zal men geen moeite hebben goede resultaten met de DK 96 te verkrijgen, ook niet bij onderspanning. De oscillatorroosterstroom kan, op alle golfbereiken, tussen 90 en 150 μA worden gehouden (voor een nominale buis). Op kortegolf zal het moeilijk zijn zonder gebruik van een opjaagspoel de roosterstroom beneden 200 μA te houden wanneer deze in het laagste frequentiegebied van de band boven de minimum waarde van 85 μA moet blijven.
Bij het ontwerpen van oscillatorspoelen moet men eigenlijk meer letten op de juiste stuurspanning dan op de roosterstroom, daar deze door variatie in de contactpotentiaal, speciaal bij lage stuurspanning van grote invloed is

op de roosterstroom. Dit is op kortegolf moeilijk te meten, maar men kan op langegolf de oscillatorspanning en de daarbij behorende roosterstroom meten, daarna op kortegolf alleen de roosterstroommeting doen. Uit de in fig. 112 afgebeelde grafiek kan men aflezen dat de gunstigste voorwaarden worden bereikt bij een oscillatorspanning van 4 V.

Als de DK 96 op kortegolf wordt gebruikt, moet een neutrodyne condensator tussen het oscillatorrooster en het stuurrooster worden aangebracht, daar boven 10 MHz het meetrekken bij een niet geneutraliseerde schakeling te sterk zou worden en men het apparaat voor dit gebied niet goed zou kunnen trimmen. Als deze condensator is aangebracht en goed afgesteld, zijn de H.F. nevenverschijnselen maar zeer gering tot op 20 MHz, alhoewel de frequentieverschuiving met de AGR iets groter is dan die waaraan men gewend is bij triode-heptode buizen voor netvoeding.

De neutrodyne condensator (0,5—3,5 pF) moet worden ingesteld vóór de ontvanger wordt getrimd. Met de antennekring ten naaste bij afgestemd op de oscillatorfrequentie, moet deze condensator zo worden ingesteld, dat men minimale stralingsspanning op de antenneaansluiting meet, of minimaal signaal op het stuurrooster. Als de neutralisering eenmaal is ingesteld, verloopt het trimmen verder geheel normaal.

Eventueel kan men de neutrodyne condensator afregelen op het trimpunt, als het afregelen op het hoogste frequentie-eind van de band te veel moeilijkheden met zich mee brengt.

GEGEVENS VAN DE MENGBUIS DK 96

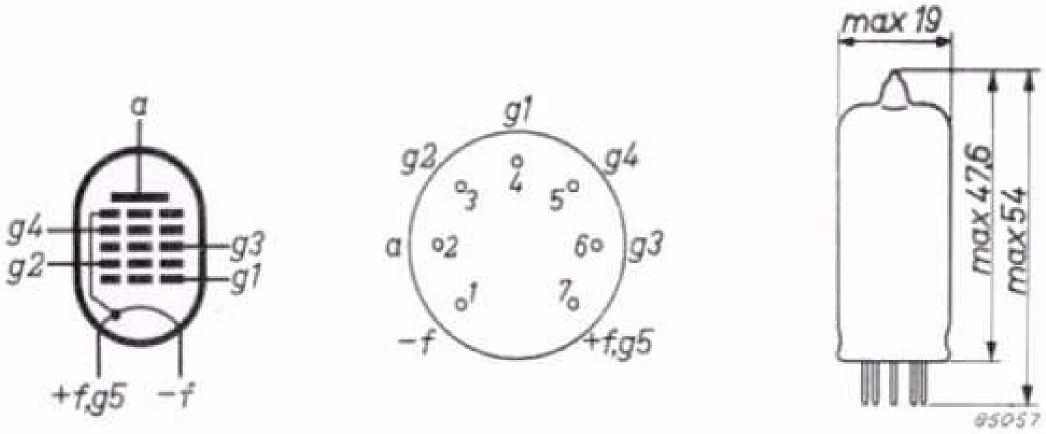


Fig. 106
Electrodenschema, aansluitingen en afmetingen in mm, van de mengbuis DK 96.

Gloeidraadgegevens

Gloeidraad direct verhit door batterij, gelijkstroom of gelijkgerichte wisselstroom; serie- of parallelvoeding.

Parallelvoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,4 V
Gloeistroom	I_f	=	25 mA

Serievoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,3 V

Capaciteiten

Ingangscapaciteit	C_{g3}	=	7,4 pF
Uitgangscapaciteit	C_a	=	8,1 pF
Ingangscapaciteit van het oscillatorgedeelte .	C_{g1}	=	3,9 pF
Uitgangscapaciteit van het oscillatorgedeelte .	C_{g2}	=	4,8 pF
Capaciteit tussen anode en stuurrooster . . .	C_{ag3}	<	0,36 pF
Capaciteit tussen anode en oscillatoranode . .	C_{ag2}	<	0,3 pF
Capaciteit tussen oscillatorrooster en stuur-	C_{g1g3}	<	0,2 pF
rooster	C_{ag1}	<	0,11 pF
Capaciteit tussen oscillatorrooster en anode .	C_{g1g2}	=	3,0 pF
Capaciteit tussen oscillatoranode en stuur-rooster	C_{g2g3}	=	1,6 pF

Instelgegevens

Anodevoedingsspanning . . . . V_a =	V_b	=	64	85 V[1])
Stuurroosterspanning	V_{g3}	=	0	0 V
Schermrooster-serieweerstand	R_{g4}	=	0	120 kΩ
Oscillatoranode-serieweerstand	R_{g2}	=	18	33 kΩ
Lekweerstand oscillatorrooster	R_{g1}	=	27	27 kΩ[2])
Schermroosterspanning (ongeveer)	V_{g4}	=	64	68 V
Oscillator-anodespanning (ongeveer)	V_{g2}	=	35	35 V
Oscillatorspanning op het eerste rooster . .	V_{osc}	=	4	4 V_{eff}
Katodestroom	I_k	=	2,45	2,4 mA
Anodestroom	I_a	=	0,55	0,6 mA
Schermroosterstroom	I_{g4}	=	0,12	0,14 mA
Oscillator-anodestroom	I_{g2}	=	1,6	1,5 mA
Oscillator-roosterstroom	I_{g1}	=	85	85 μA
Mengsteilheid	I_c	=	275	300 μA/V
Inwendige weerstand	R_i	=	0,75	0,8 MΩ
Stuurroosterspanning voor $S_c' = 1/100\ S_c$ . .	V_{g3}	=	—4,5	—6,5 V
Equivalente ruisweerstand	R_{eq}	=	110	100 kΩ

[1]) Gebaseerd op een batterijspanning van 67,5 of 90 V met aftrek van de negatieve roosterspanning voor de eindbuis.

[2]) Verbonden met plus gloeidraad.

Karakteristieke gegevens van het oscillatorgedeelte

Anodespanning	V_a	=	64	85 V
Schermroosterspanning	V_{g4}	=	64	64 V
Stuurroosterspanning	V_{g3}	=	0	0 V
Oscillator-anodespanning	V_{g2}	=	35	35 V
Oscillator-roosterspanning	V_{g1}	=	+1,4	+1,4 V
Oscillator-anodestroom	I_{g2}	=	1,7	1,7 mA
Steilheid tussen $_{g2}$ en $_{g1}$	S_{g2g1}	=	0,6	0,6 mA/V
Versterkingsfactor tussen $_{g2}$ en $_{g1}$	μ_{g2g1}	=	7,5	7,5

Grensgegevens

Voedingsspanning (absoluut maximum)	V_b	max.	110 V
Voedingsspanning	V_b	max.	90 V
Anodespanning	V_a	max.	90 V
Anodedissipatie	W_a	max.	0,15 W
Oscillator-anodespanning	V_{g2}	max.	60 V
Oscillator-anodedissipatie	W_{g2}	max.	0,1 W
Schermroosterspanning	V_{g4}	max.	90 V
Schermroosterdissipatie	W_{g4}	max.	0,03 W
Katodestroom	I_k	max.	2,6 mA
Uitwendige weerstand tussen stuurrooster en gloeidraad ($-f$)	R_{g3}	max.	9 MΩ
Uitwendige weerstand tussen oscillatorrooster en gloeidraad	R_{g1}	max.	100 kΩ
Beginpunt van stuurroosterstroom ($I_{g3} = +0{,}3\ \mu A$)	V_{g3}	max.	+1 V
Beginpunt van oscillator-roosterstroom ($I_{g1} = +0{,}3\ \mu A$)	V_{g1}	max.	0 V

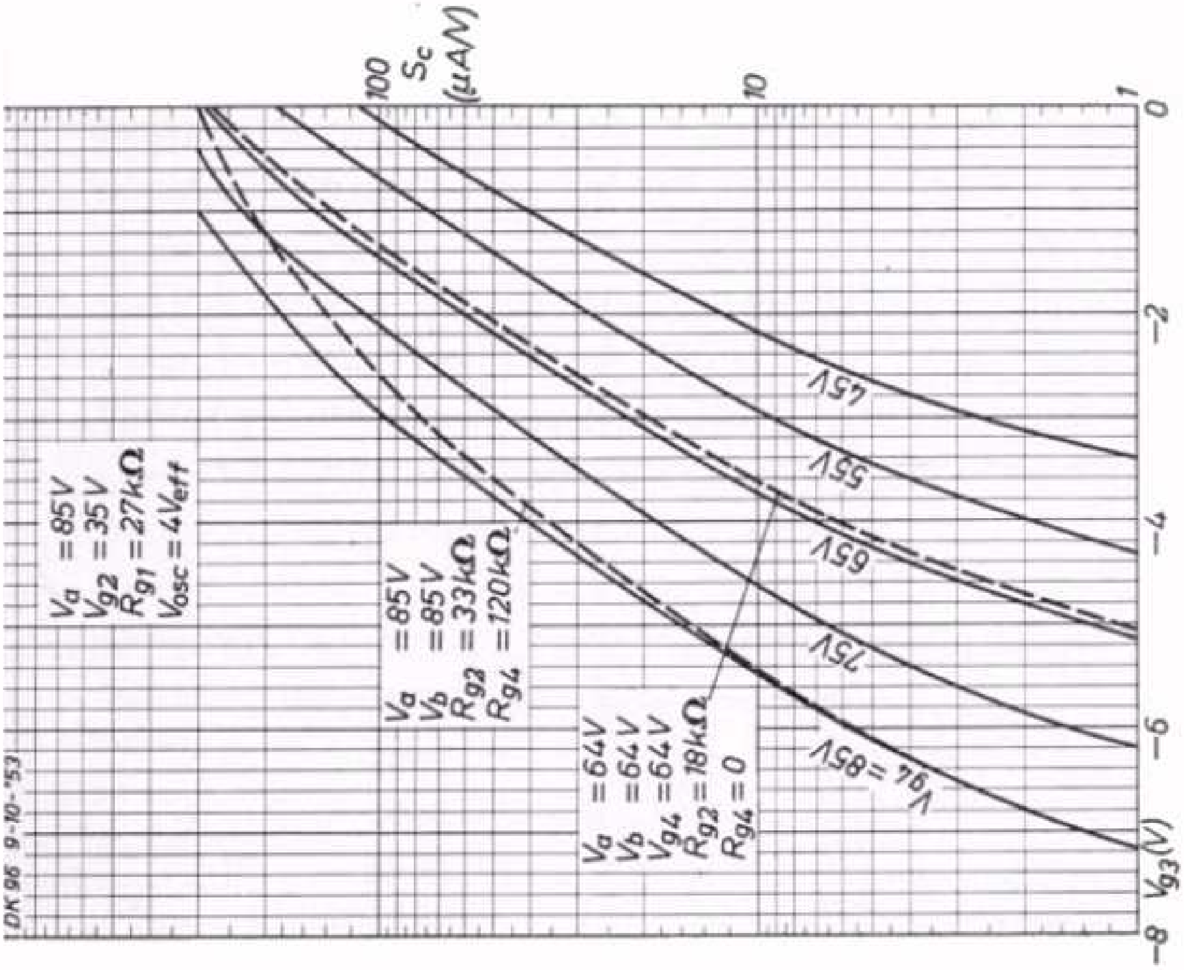


Fig. 108
Mengsteilheid als functie van de stuurroosterspanning onder dezelfde voorwaarden als in fig. 107.

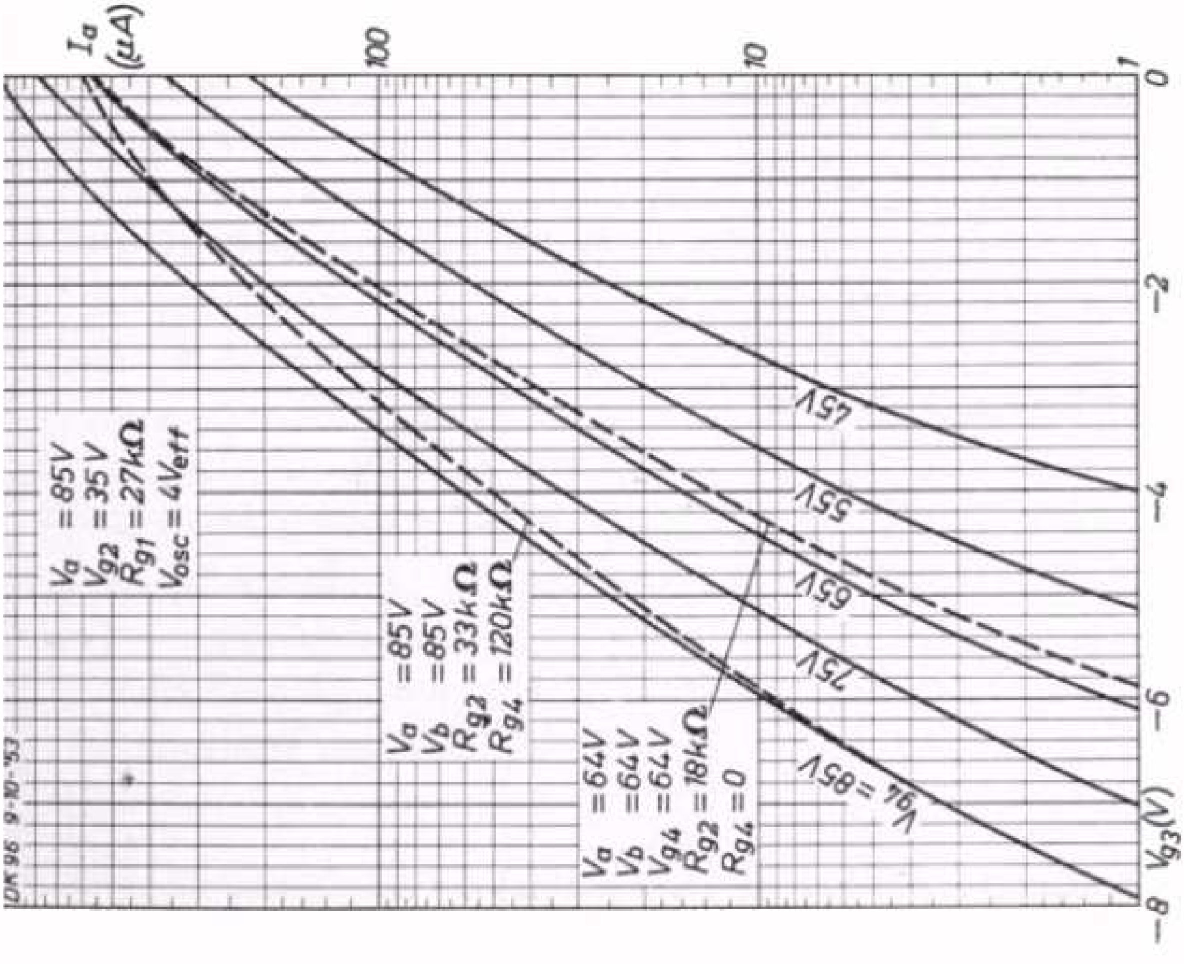


Fig. 107
Anodestroom als functie van de stuurroosterspanning, voor verscheidene schermroosterspanningen en bij een anodespanning van 85 V (getrokken lijnen). De streeplijnen geven de anodestroom bij een anodespanning van 85 V en een schermrooster-serieweerstand van 120 mΩ, respectievelijk bij een anode- en een schermroosterspanning van 64 V.

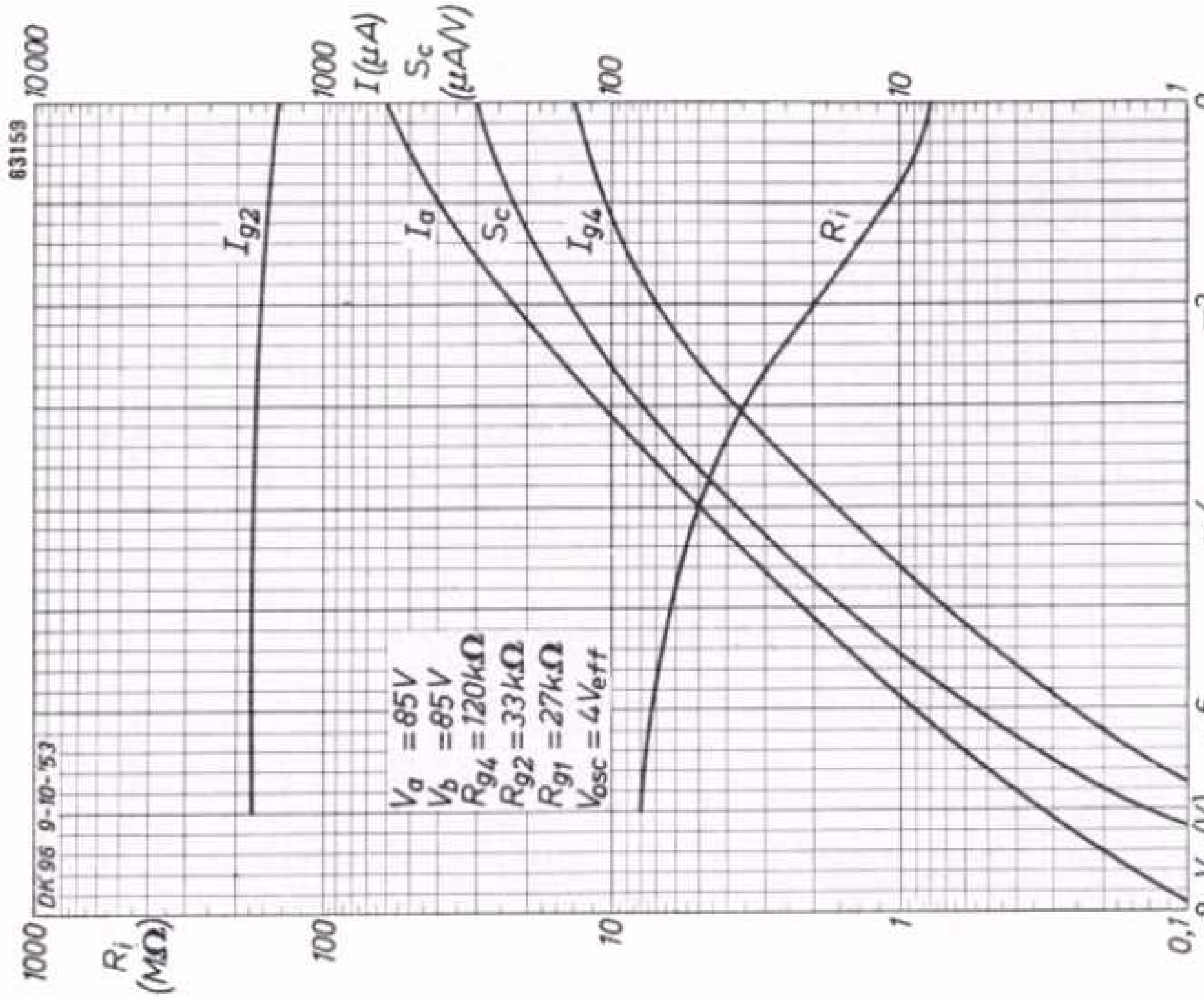


Fig. 110

Als fig. 109, doch bij een voedingsspanning van 85 V.

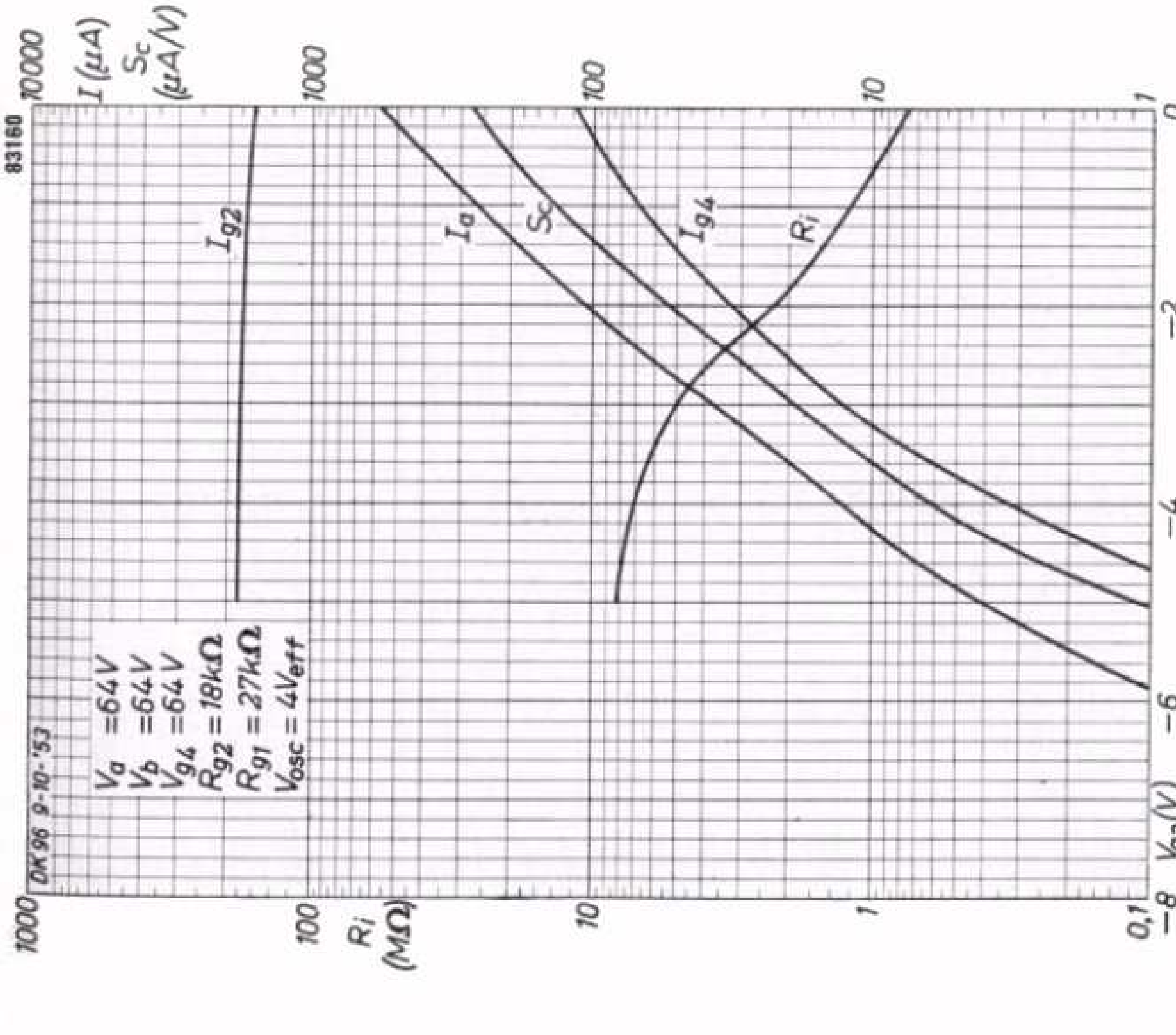


Fig. 109

Anodestroom, oscillatorstroom, schermroosterstroom, mengsteilheid en inwendige weerstand als functies van de stuurroosterspanning bij een voedingsspanning van 64 V.

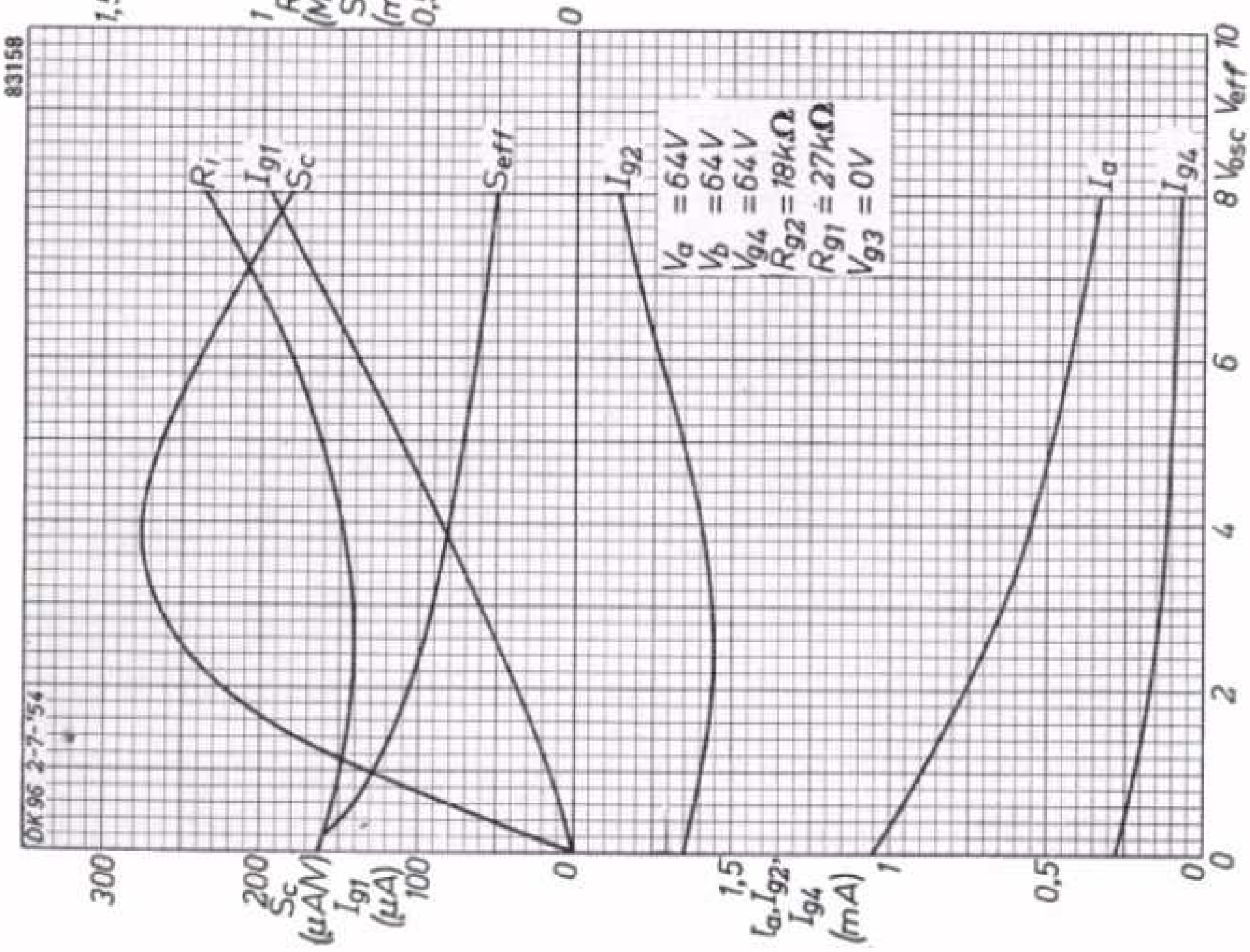


Fig. 111

Anodestroom, schermroosterstroom, oscillatorstroom, oscillator-roosterstroom, mengsteilheid, effectieve steilheid van de oscillator en inwendige weerstand als functies van de oscillatorspanning, bij een voedingsspanning van 64 V.

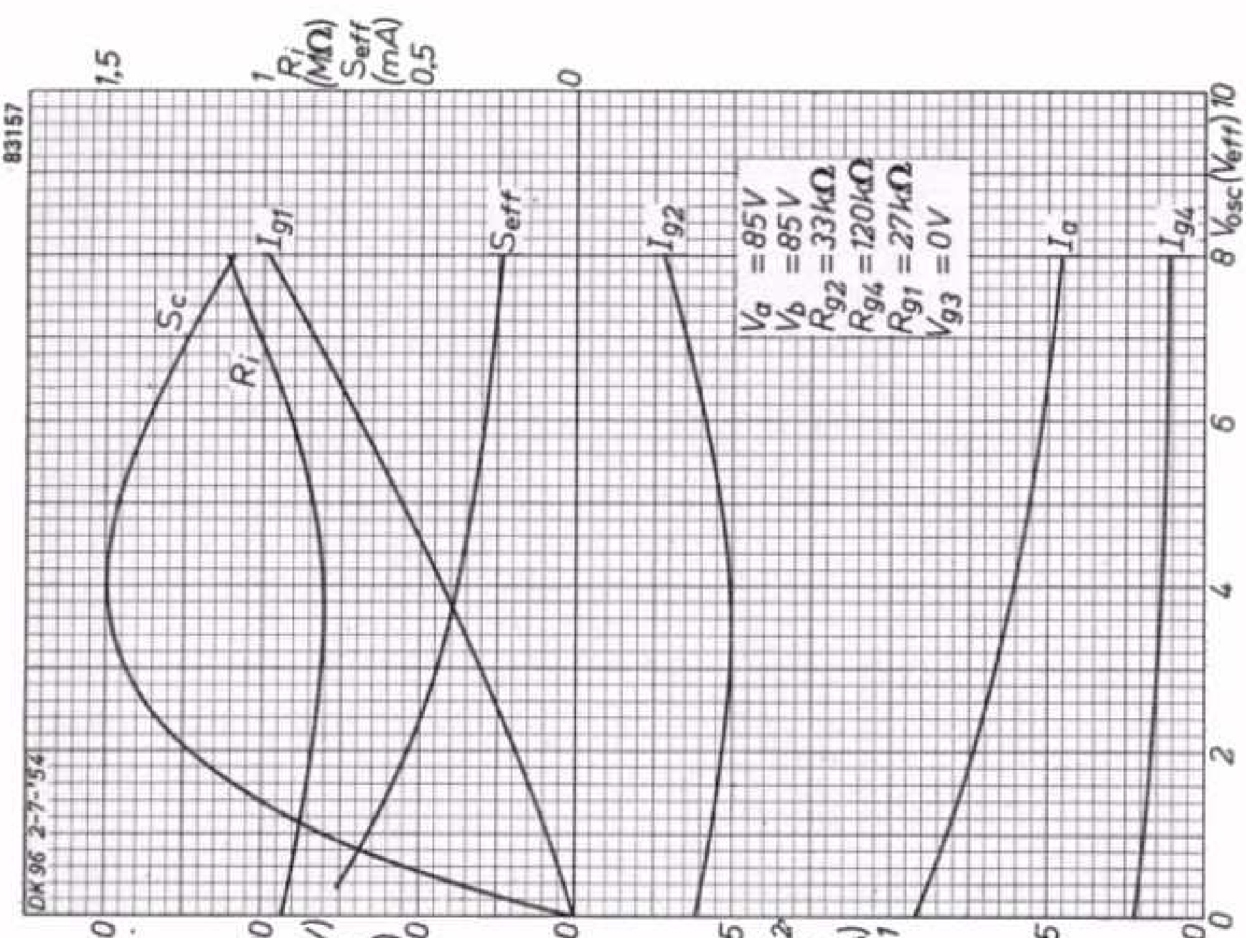


Fig. 112

Als fig. 111, doch bij een voedingsspanning van 85 V.

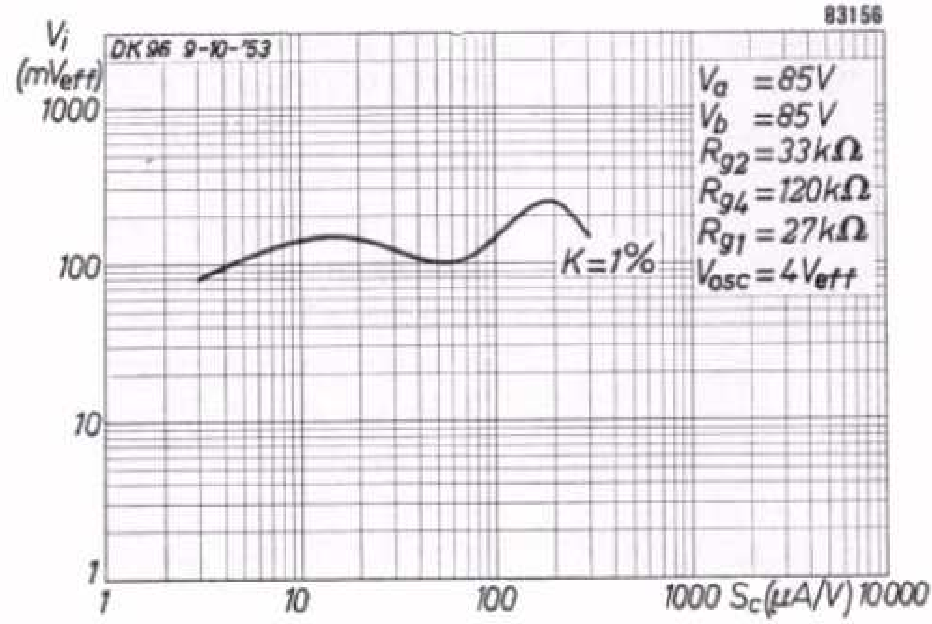


Fig. 113

Ingangs-wisselspanning uitgezet tegen de mengsteilheid voor een kruismodulatie van 1%, bij een voedingsspanning van 85 V.

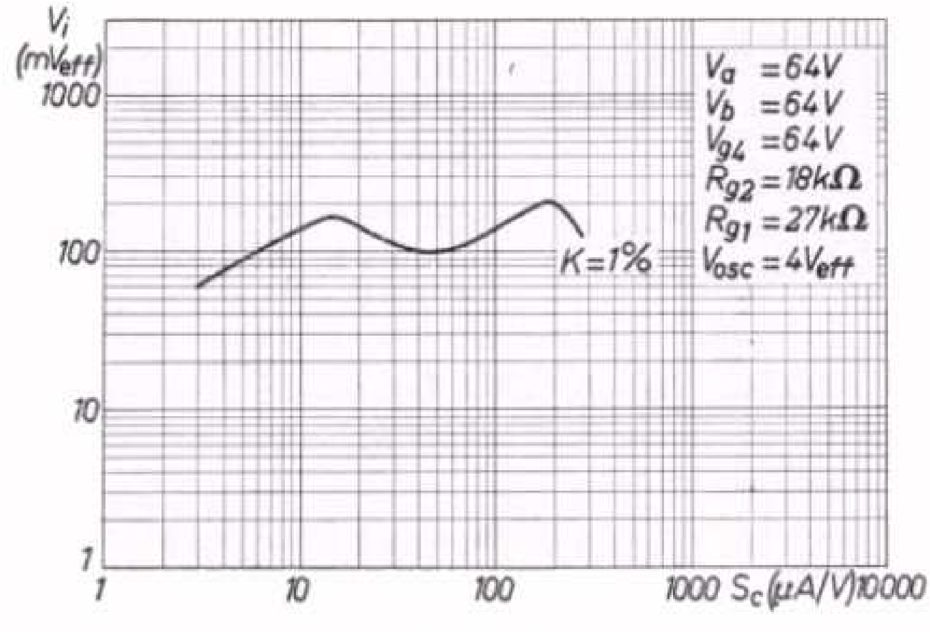


Fig. 114

Als fig. 113, doch bij een voedingsspanning van 64 V.

H.F. PENTODE DF 96

Fig. 115
De H.F. pentode DF 96.

De DF 96 is een 7-pennen miniatuur H.F. pentode voor gebruik als H.F. of M.F. versterkbuis in batterijontvangers, in BGW ontvangers of in andere draagbare apparaten.

De DF 96 heeft een steilheid van 850 μA/V bij een katodestroom van 2,2 mA. De buis kan worden opgenomen in de AGR. De DF 96 moet bij voorkeur worden gebruikt met glijdende schermroosterspanning, bij een voedingsspanning van 90 V. De serieweerstand heeft dan een waarde van 39 k Ω. Op deze wijze zal een lagere modulatievervorming optreden dan bij een vaste schermroosterspanning.

De buis is geconstrueerd met een betrekkelijk fijnmazig rooster, daar anders met de lage gloeistroom de vereiste steilheid niet bereikt zou kunnen worden. Dit heeft tot gevolg, dat de roosterruimte iets kleiner is dan die van de DK 96, en dit houdt in dat, wanneer de buis wordt gebruikt in apparaten met een voedingsspanning van 67,5 V, waarbij geen schermroosterweerstand wordt gebruikt, modulatievervorming kan optreden bij ontvangst van zeer sterke signalen. Het is dan beter om in dergelijke ontvangers aan de DF 96 een AGR spanning toe te voeren die kleiner is dan die welke voor de DK 96 wordt gebruikt.

De mogelijkheid is open, om de DF 96 en de DK 96 een gemeenschappelijke schermrooster-serieweerstand te geven. De voor deze weerstand aanbevolen waarde is 33 k Ω, bij een batterijspanning van 90 V. Deze schakeling kan niet worden aanbevolen voor BGW ontvangers waarin de roosters zijn verbonden aan een spanningsdeler, omdat afwijkingen in de weerstandswaarde van de weerstanden waaruit de spanningsdeler is opgebouwd, grote invloed kunnen hebben op de gevoeligheid van de ontvanger. Als evenwel in dergelijke ontvangers de roosters zijn verbonden met de bijbehorende gloeidraad, bestaat geen bezwaar tegen een gemeenschappelijke schermrooster-serieweerstand.

De bezuiniging die met een gemeenschappelijke weerstand wordt verkregen, gaat gepaard met het bezwaar dat spreiding in de schermroosterstroom binnen de toleranties van de DF 96 van grote invloed is op de versterking

van de DK 96. Dit vindt zijn oorzaak in het feit, dat de DK 96 een veel lagere schermroosterstroom heeft. Hierdoor kan een gevoeligheidsvermindering ontstaan, die men niet heeft bij gescheiden serieweerstanden.

GEGEVENS VAN DE H.F. PENTODE DF 96

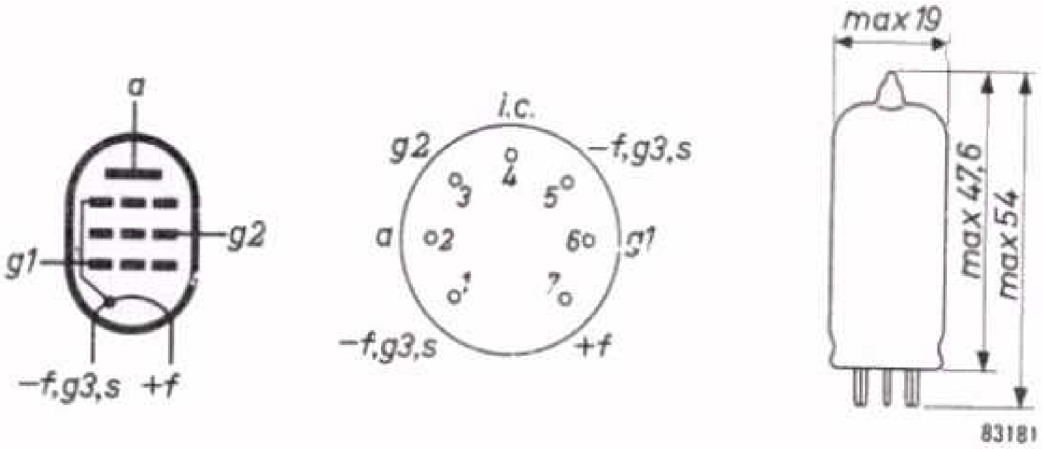


Fig. 116
Electrodenschema, aansluitingen en afmetingen in mm, van de DF 96.

Gloeidraadgegevens

Gloeidraad direct verhit door batterij, gelijkstroom of gelijkgerichte wisselstroom; serie- of parallelvoeding.

Parallelvoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,4 V
Gloeistroom	I_f	=	25 mA

Serievoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,3 V

Capaciteiten

Ingangscapaciteit	C_{g1}	=	3,3 pF
Uitgangscapaciteit	C_a	=	7,8 pF
Capaciteit tussen stuurrooster en anode	C_{ag1}	=	0,01 pF

Instelgegevens

Anodespanning . . . . . $V_a = V_b$		=	64		85		V [1])
Schermrooster-serieweerstand . .	R_{g2}	=	0		39		kΩ
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	0	—4,1	0	—5,5	V
Anodestroom	V_{g2}	=	64	64	64	85	V
Schermroosterstroom	I_a	=	1,65	—	1,65	—	mA
Steilheid	I_{g2}	=	0,55	—	0,55	—	mA
Versterkingsfactor tussen scherm-	S	=	850	10	850	10	μA/V
rooster en stuurrooster	μ_{g2g1}	=	18		18		
Equivalente ruisweerstand . . .	R_{eq}						

[1]) Deze waarden zijn gebaseerd op een batterijspanning van 67,5 of 90 V, onder aftrek van de negatieve roosterspanning voor de eindbuis.

Grensgegevens

Voedingsspanning (absoluut maximum)	V_b	max.	150 V
Voedingsspanning	V_b	max.	120 V
Anodespanning	V_a	max.	120 V
Anodedissipatie	W_a	max.	0,25 W
Schermroosterspanning	V_{g2}	max.	90 V
Schermroosterdissipatie	W_{g2}	max.	0,1 W
Katodestroom	I_k	max.	2,2 mA
Uitwendige weerstand in stuurroosterketen	R_{g1f}	max.	3 MΩ
Beginpunt roosterstroom (I_{g1} = +0,3 μA)	V_{g1}	max.	0 V

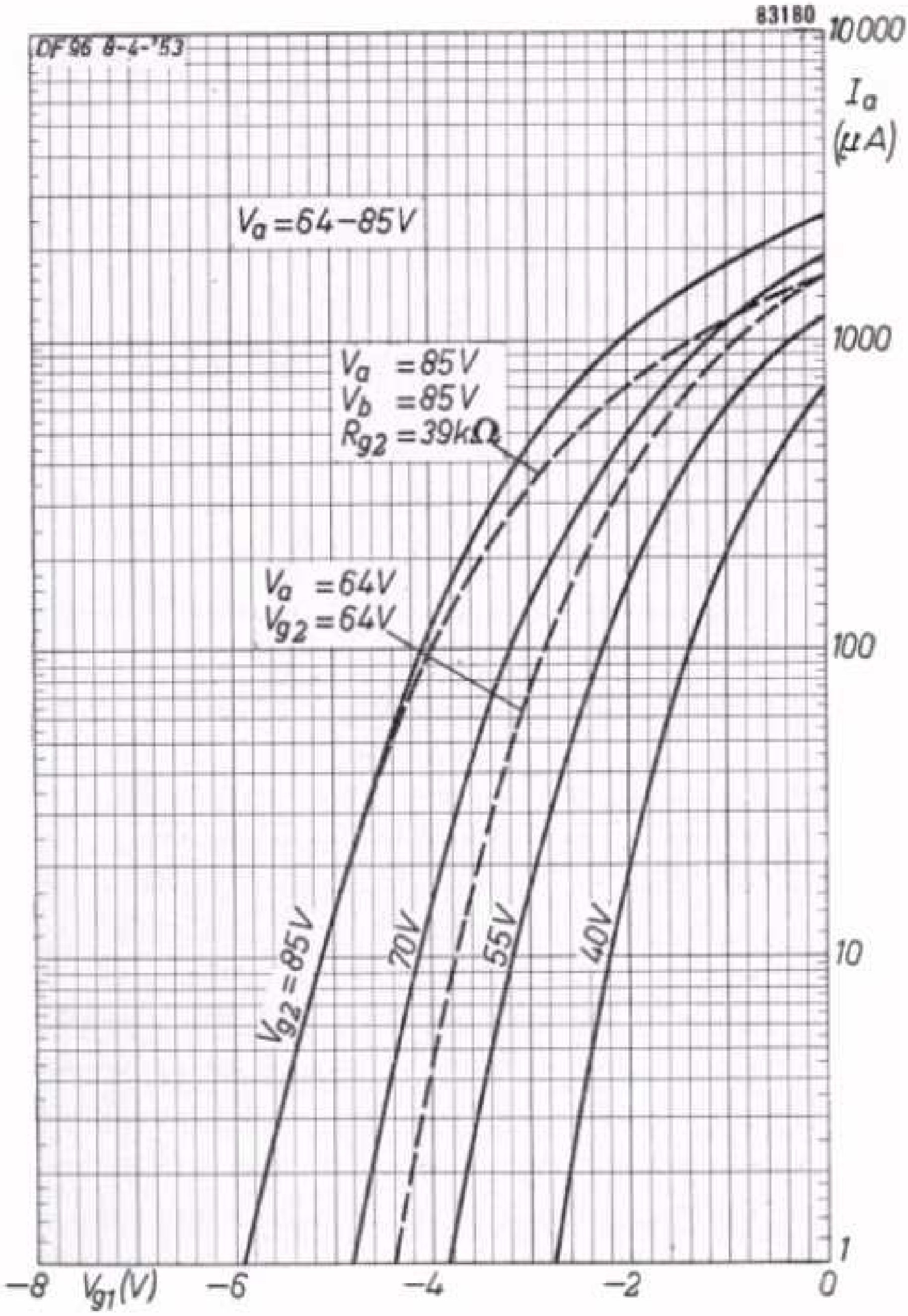


Fig. 117
Anodestroom als functie van de stuurroosterspanning, voor verscheidene schermroosterspanningen en bij een anodespanning van 85 V (getrokken lijnen). De streeplijnen geven de anodestroom bij gebruik van een schermroosterserieweerstand van 39 kΩ en bij een anodespanning van 85 V, respectievelijk bij anode- en schermroosterspanningen van 64 V.

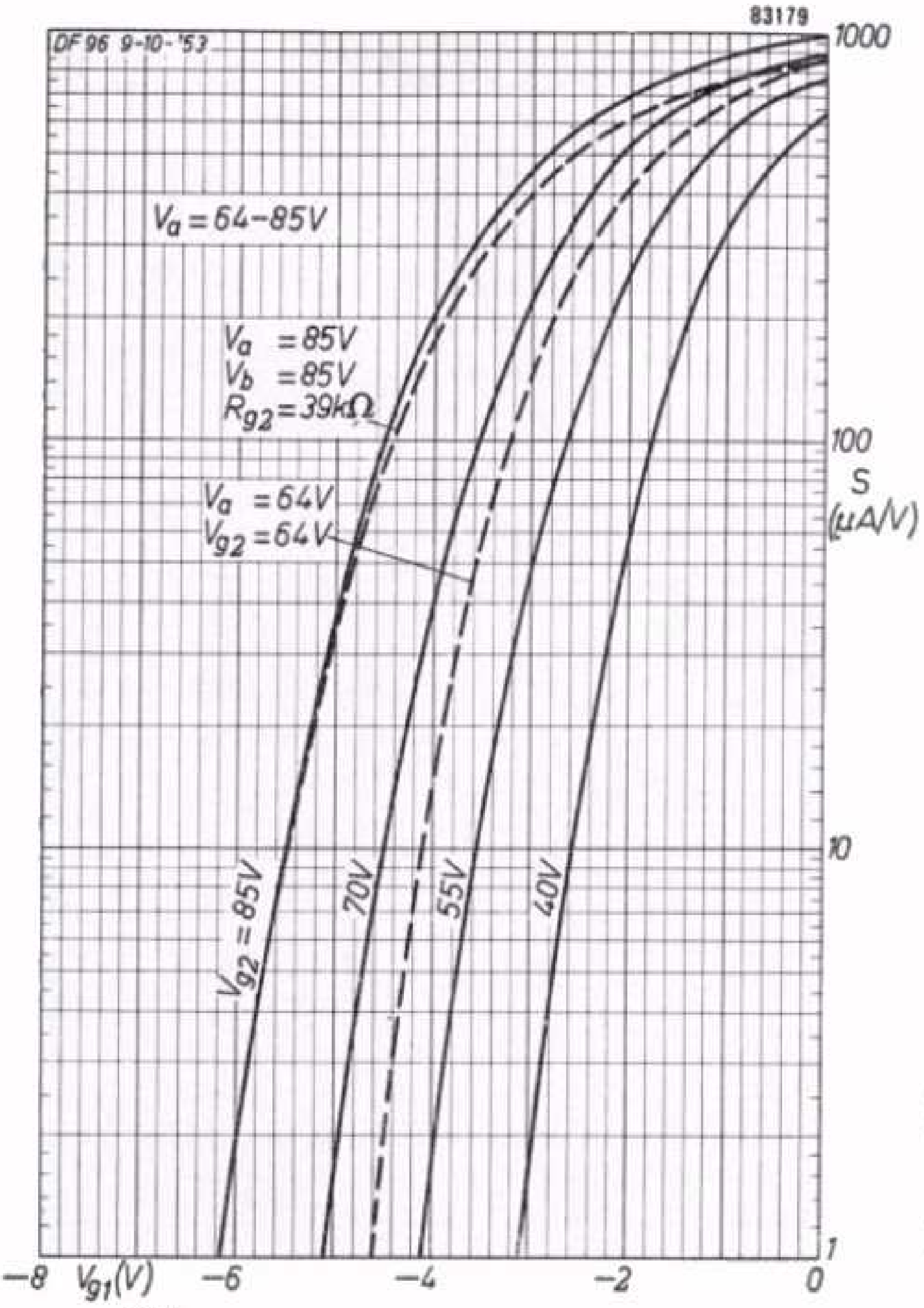


Fig. 118

Steilheid als functie van de stuurroosterspanning onder dezelfde omstandigheden als in fig. 117.

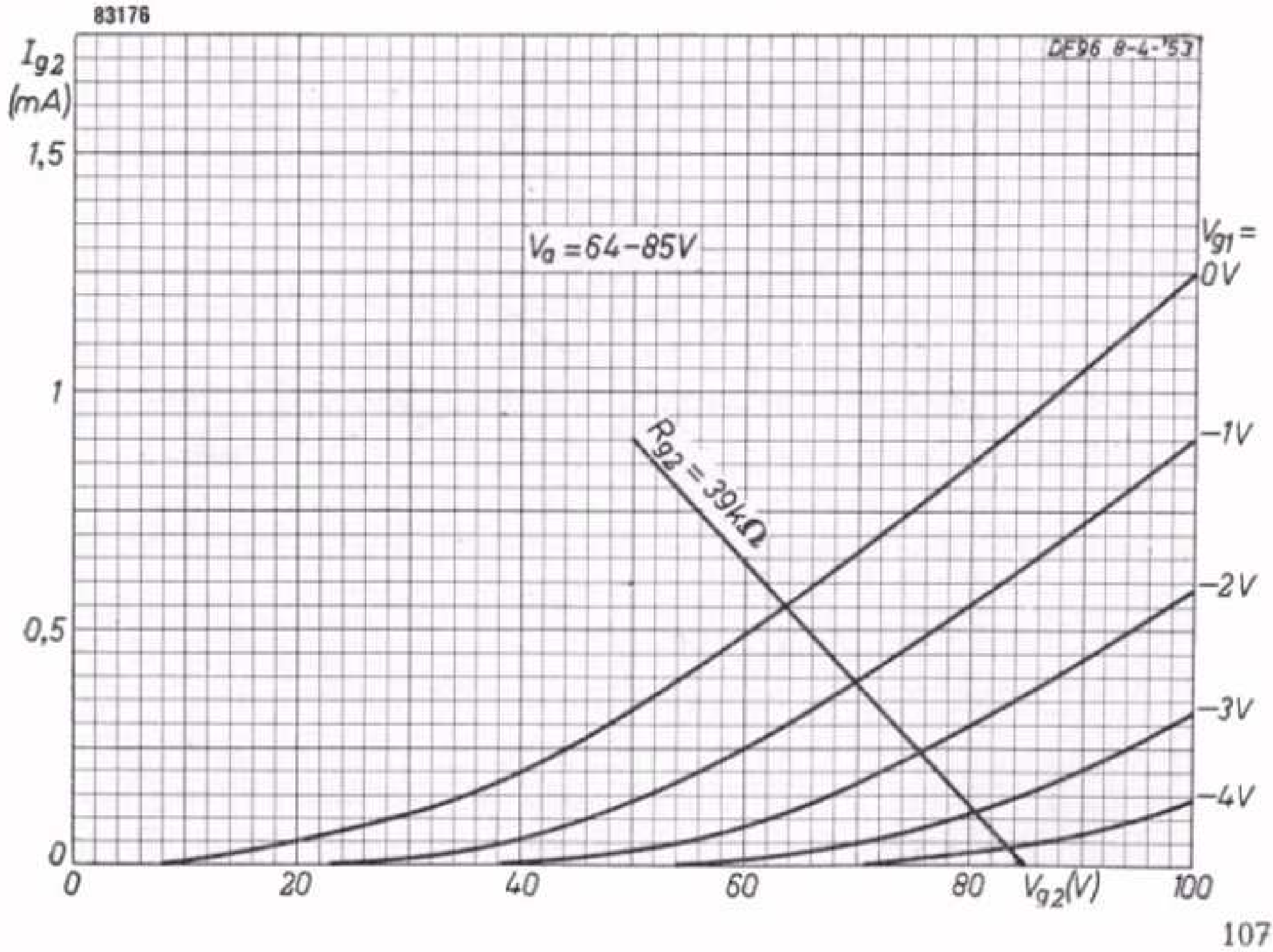


Fig. 119

Schermroosterstroom als functie van de schermroosterspanning bij verscheidene stuurroosterspanningen en bij anodespanningen van 64 tot 85 V.

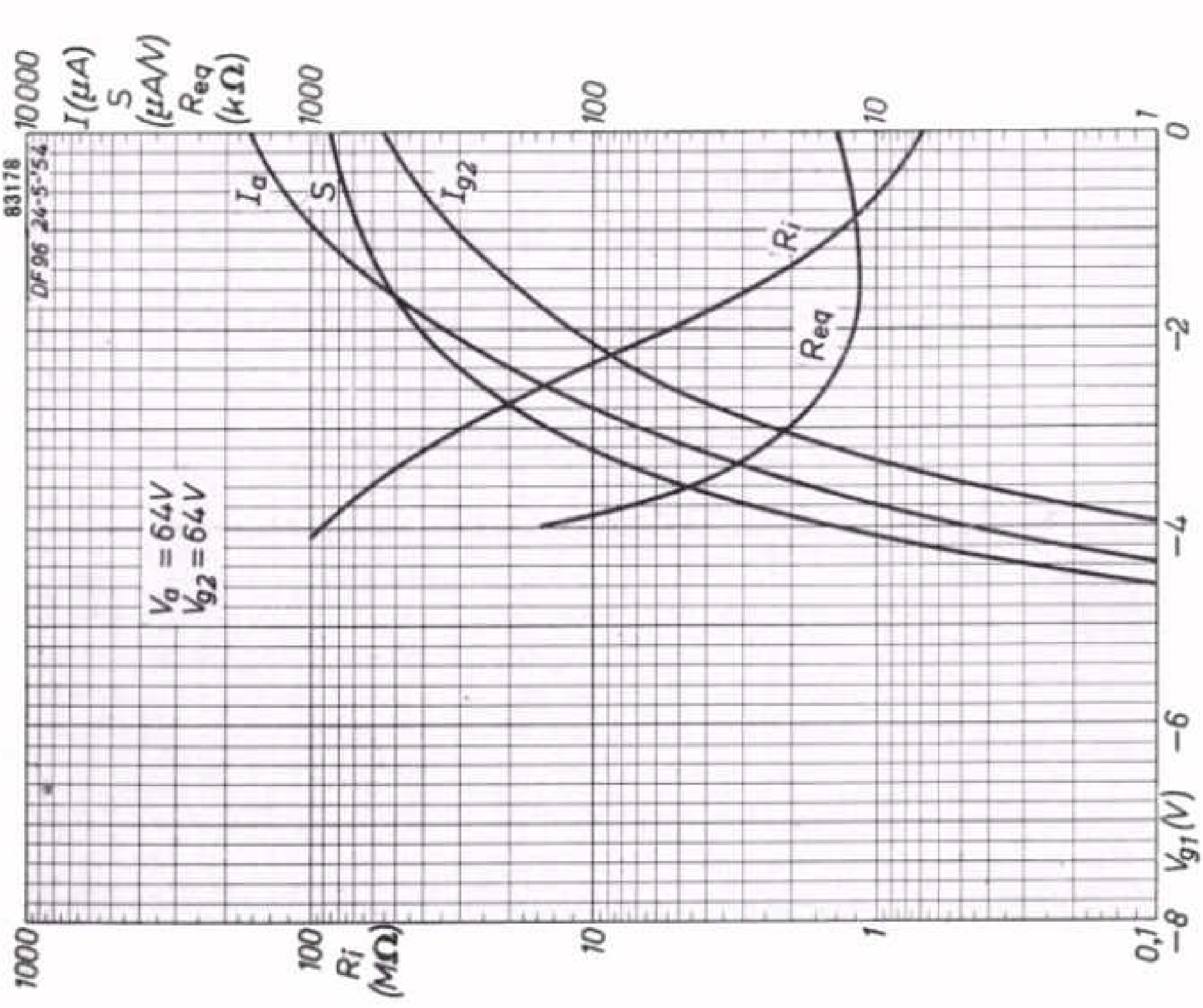


Fig. 120

Anode- en schermroosterstromen, steilheid, inwendige weerstand en equivalente ruisweerstand als functies van de stuurroosterspanning, bij een voedingsspanning van 64 V.

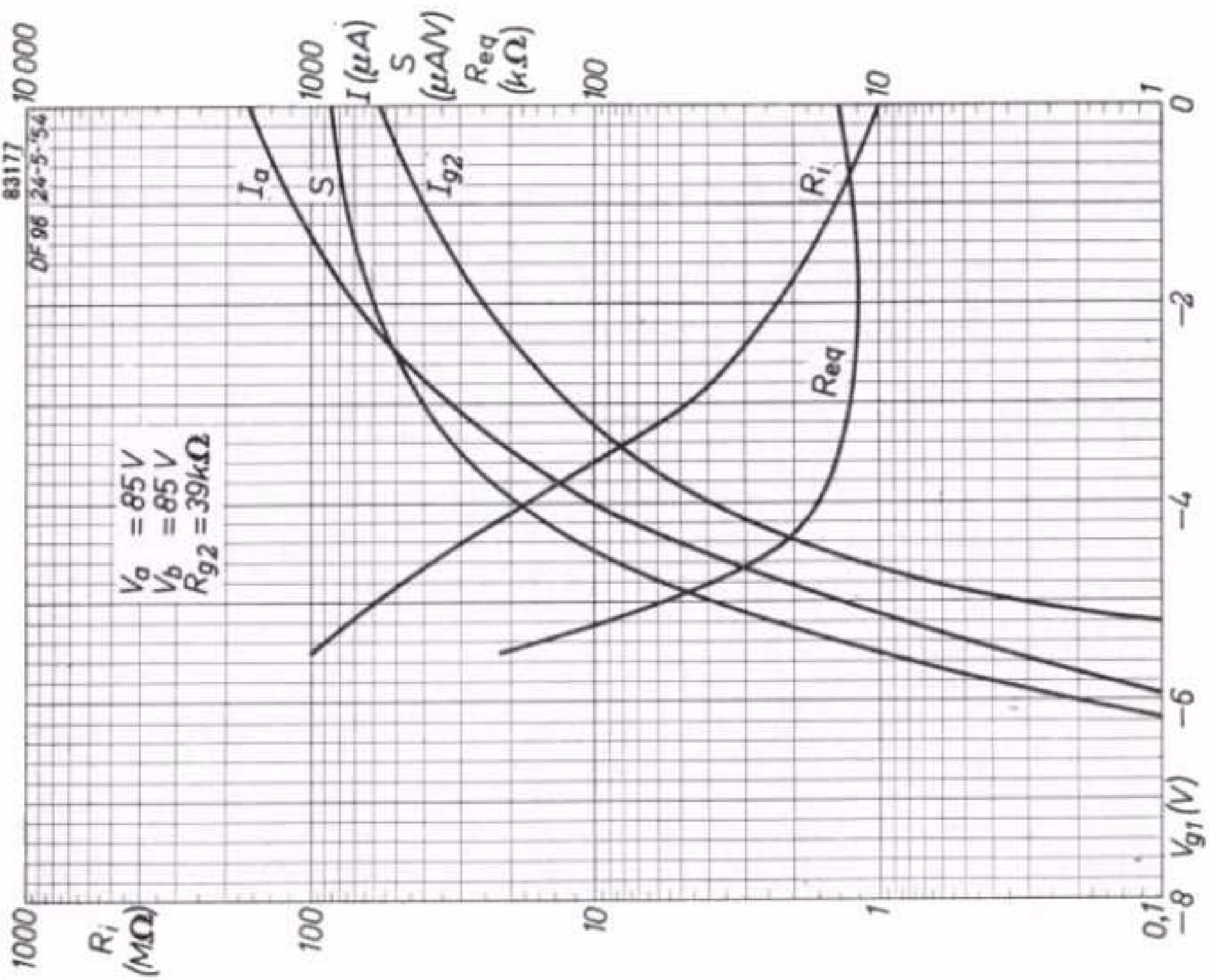


Fig. 121

Als fig. 120, doch bij een voedingsspanning van 85 V.

DIODE - L.F. PENTODE DAF 96

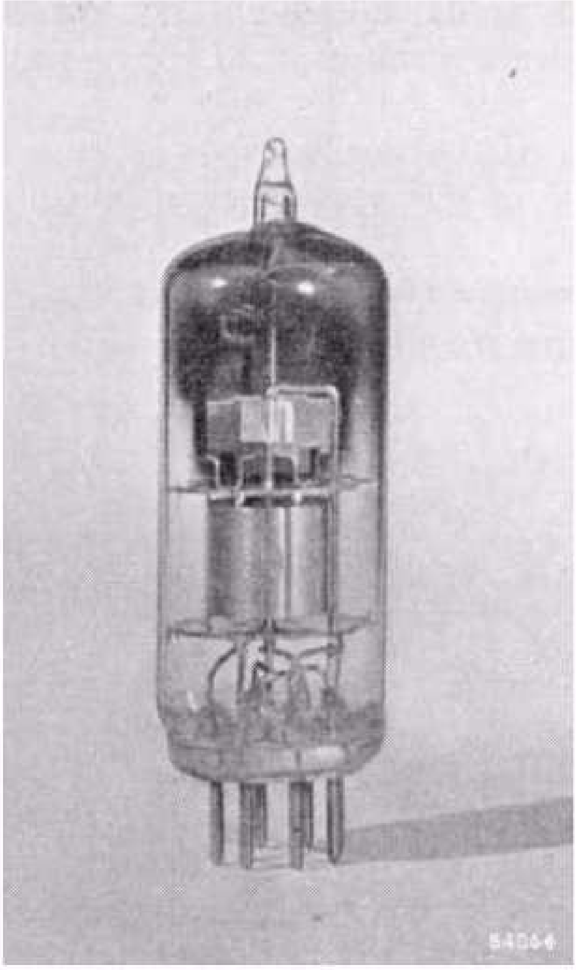


Fig. 122
De diode- L.F. pentode DAF 96.

Beschrijving

De DAF 96 is een diode-L.F. pentode in de miniatuur batterijbuizenserie voor gebruik met 25 mA gloeistroom. De gloeispanning is 1,4 V, doch in geval van serievoeding in BGW apparaten wordt een gloeispanning van 1,3 V aanbevolen, om overbelasting van de gloeidraad bij netspanningsvariaties te voorkomen.

De DAF 96 kan in een normale schakeling, als in batterijontvangers gebruikelijk is, een zestigvoudige versterking geven, waarbij wordt aangenomen dat de weerstand in de diodeketen 0,5 M Ω bedraagt. Onder deze omstandigheden is een uitgangspanning van 5 V_{eff} beschikbaar bij een vervorming van slechts 3%, hetgeen meer dan voldoende is om een DL 96 eindbuis volledig uit te sturen.

Aanbevolen wordt om met een roosterlekweerstand van 10 MΩ, de belastingsweerstand voor de diodedetector niet groter te kiezen van 0,5 MΩ. Aldus voorkomt men, dat de verhouding tussen de wissel- en de gelijkstroombelasting van de detector een te lage waarde aanneemt. Kiest men de waarde van de detectorbelastingsweerstand 1 M Ω, dan moet men de roosterlekweerstand tot 22 MΩ verhogen om een gunstige verhouding te handhaven.

Gebruikt men de DAF 96 als triode, dan is een versterkingscijfer van 11 te bereiken met een vervorming van 2 à 3%, bij een uitgangsspanning van 5 V_{eff}.

Wordt de buis ingesteld op een zeer grote gevoeligheid, dan zijn maatregelen tegen microfonie nodig. In een normale ontvanger behoeven geen maatregelen tegen microfonie te worden genomen als de ingangsspanning op het rooster van de DAF 96, welke nodig is voor 50 mW uitgangsvermogen van de eindbuis, groter is dan 20 mV. Dit is echter in hoge mate afhankelijk van de algemene opbouw van de ontvanger, vooral in mechanisch opzicht; het bovenstaande geldt dan ook alleen als algemene richtlijn. Bij gevoeligheden groter dan 20 mV voor 50 mW uitgangsvermogen van de eindtrap, is

het aan te bevelen een verende buishouder te monteren, en in de uiterste gevallen de buis acoustisch af te schermen.
In de practijk kan het dikwijls voorkomen, dat men er de voorkeur aan geeft de DAF 96 niet met maximum versterking te gebruiken. Men kan dan de versterking verminderen door verlaging van de dynamische belastingsweerstand, namelijk door het kiezen van een lagere waarde voor de lekweerstand van de volgende buis (de eindbuis).
Het pentodegedeelte van de DAF 96 is speciaal ontworpen voor gebruik als L.F. versterker; pogingen om de buis als M.F. of H.F. versterker te gebruiken moeten daarom worden ontraden.

GEGEVENS VAN DE DIODE - L.F. PENTODE DAF 96

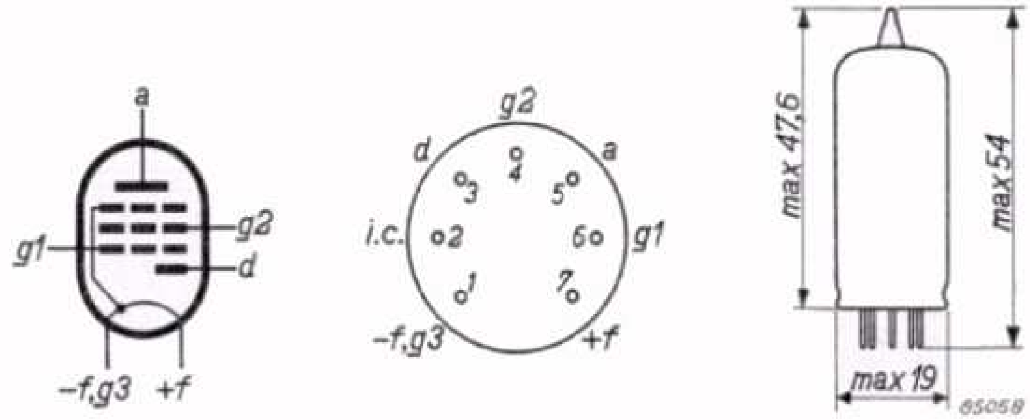


Fig. 123
Electrodenschema, aansluitingen en afmetingen in mm van de DAF 96.

Gloeidraadgegevens

Gloeidraad direct verhit door batterij, gelijkstroom of gelijkgerichte wisselstroom; serie- of parallelvoeding.

Parallelvoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,4 V
Gloeistroom	I_f	=	25 mA

Serievoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,3 V

Capaciteiten

Ingangscapaciteit	C_{g1}	=	1,8 pF
Uitgangscapaciteit	C_a	=	2,7 pF
Capaciteit tussen stuurrooster en anode	C_{ag1}	<	0,3 pF
Capaciteit tussen diode-anode en gloeidraad . . .	C_d	=	1,1 pF
Capaciteit tussen diode-anode en pentode-anode . .	C_{da}	<	0,9 pF
Capaciteit tussen diode-anode en stuurrooster . .	C_{dg1}	<	0,03 pF

Karakteristieke gegevens

Pentodegedeelte

Anodespanning	V_a	=	67,5 V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	67,5 V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—1,5 V
Anodestroom	I_a	=	170 μA
Steilheid	I_{g2}	=	55 μA
Versterkingsfactor tussen stuurrooster en scherm-	S	=	170 μA/V
rooster	μ_{g2g1}	=	16

Instelgegevens van het pentodegedeelte als L.F. versterker

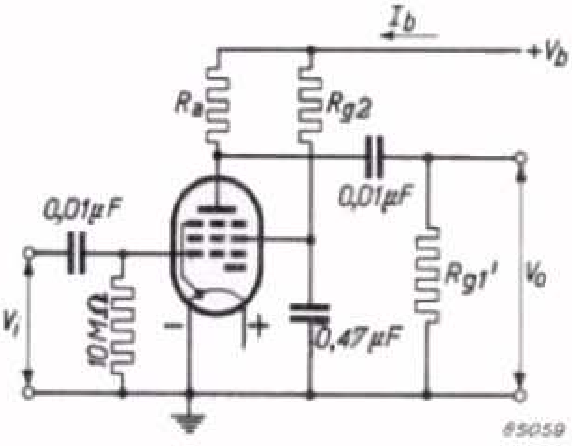


Fig. 124

Pentodeschakeling

V_b (V)	R_a (M Ω)	R_{g2} (M Ω)	R_{g1} (M Ω)	R_{g1} (M Ω)	I_b (μA)	$\frac{V_o}{V_i}$	d_{tot} % $V_o = 5\ V_{eff}$
85	1	2,7	10	1	85	55	1,5
85	1	2,7	10	2,2	85	70	2,4
64	1	2,7	10	1	55	50	3,5
64	1	2,7	10	2,2	55	63	1,8

Triodeschakeling (schermrooster verbonden met anode)

V_b (V)	R_a (M Ω)	R_g (M Ω)	R_{g1}' (M Ω)	I_b (μA)	$\frac{V_o}{V_i}$	d_{tot} % $V_o = 5\ V_{eff}$
85	0,47	10	1	110	12,5	1,0
85	1	10	1	56	12,5	1,0
64	0,47	10	1	70	12	2,0
64	1	10	1	38	12	2,5

Grensgegevens

Voedingsspanning (absoluut maximum)	V_b	max.	150 V
Voedingsspanning	V_b	max.	120 V
Anodespanning	V_a	max.	120 V
Anodedissipatie	W_a	max.	30 mW
Schermroosterspanning	V_{g2}	max.	90 V
Schermroosterdissipatie	W_{g2}	max.	10 mW
Katodestroom	I_k	max.	0,25 mA
Uitwendige weerstand in stuurroosterketen (I_k < 0,25 mA)	R_{g1f}	max.	3 MΩ[1])
Beginpunt roosterstroom (I_{g1} = +0,3 μA)	V_{g1}	max.	—0,2 V
Diodegedeelte			
Tegenspanning op de diode-anode . . .	$V_{d\ inv\ p}$	max.	100 V
Diodestroom	I_d	max.	0,2 mA
Diode-piekstroom	I_{dp}	max.	1,2 mA

[1]) Met negatieve roosterspanning door spanningsval over de stuurroosterweerstand, R_{g1f} = max. 22 MΩ.

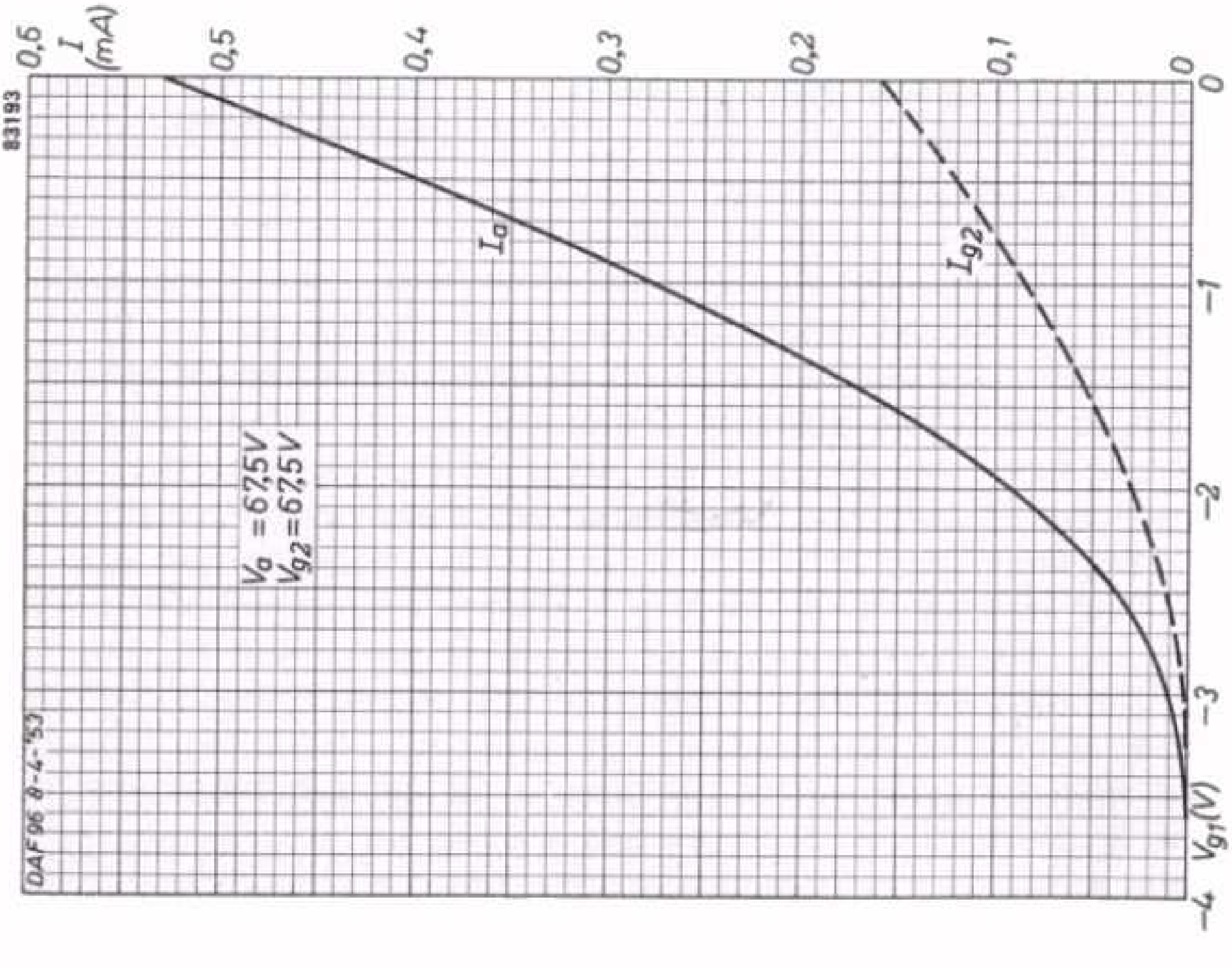


Fig. 125
Anode- en schermroosterstroom als functie van de stuurroosterspanning, bij een voedingsspanning van 67,5 V.

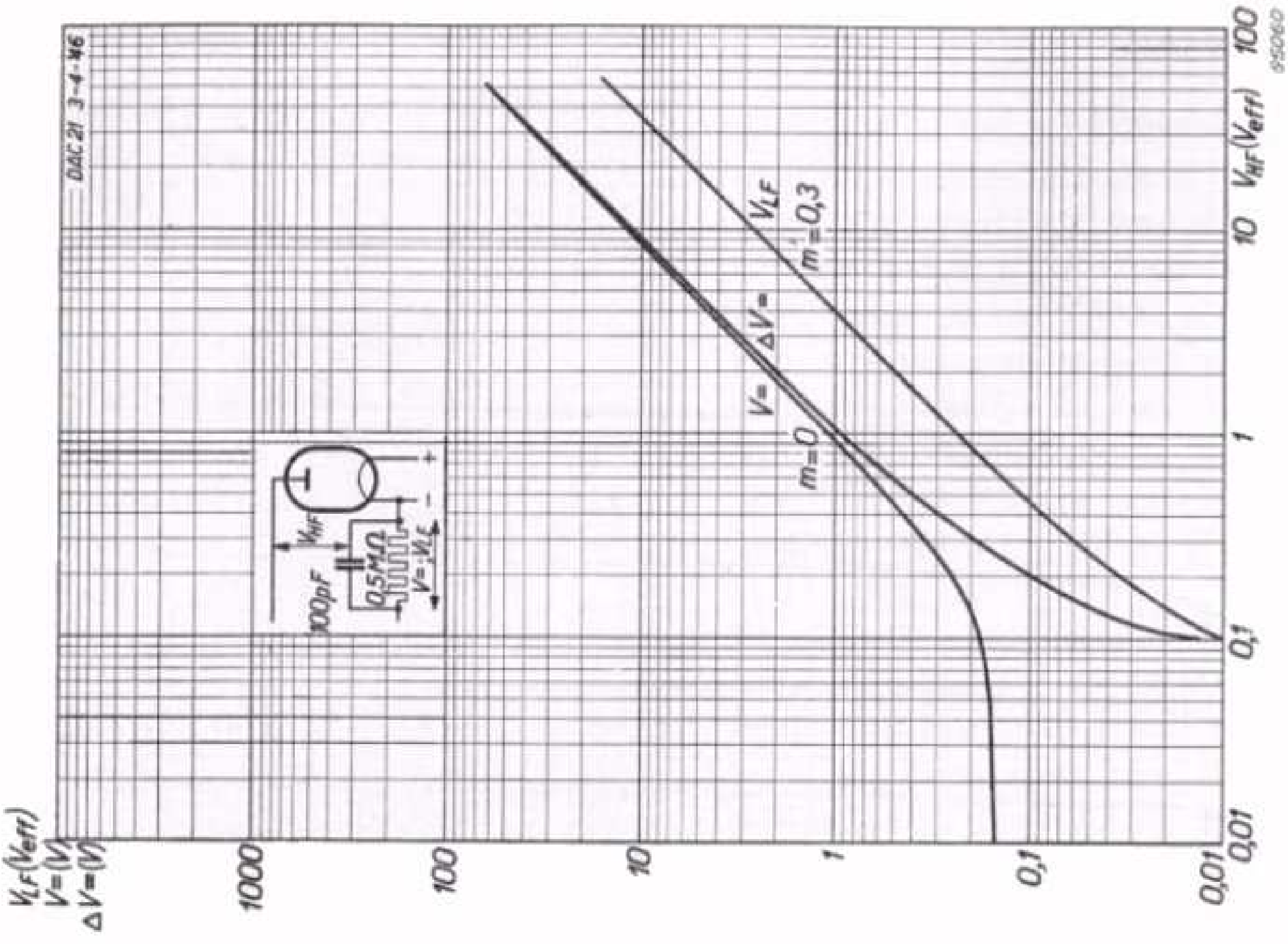


Fig. 126
Gelijkspanning, variatie van de gelijkspanning en de L.F. spanning ontwikkeld over de belastingsweerstand van 0,5 MΩ als functies van het H.F. signaal bij een modulatie diepte van 30%

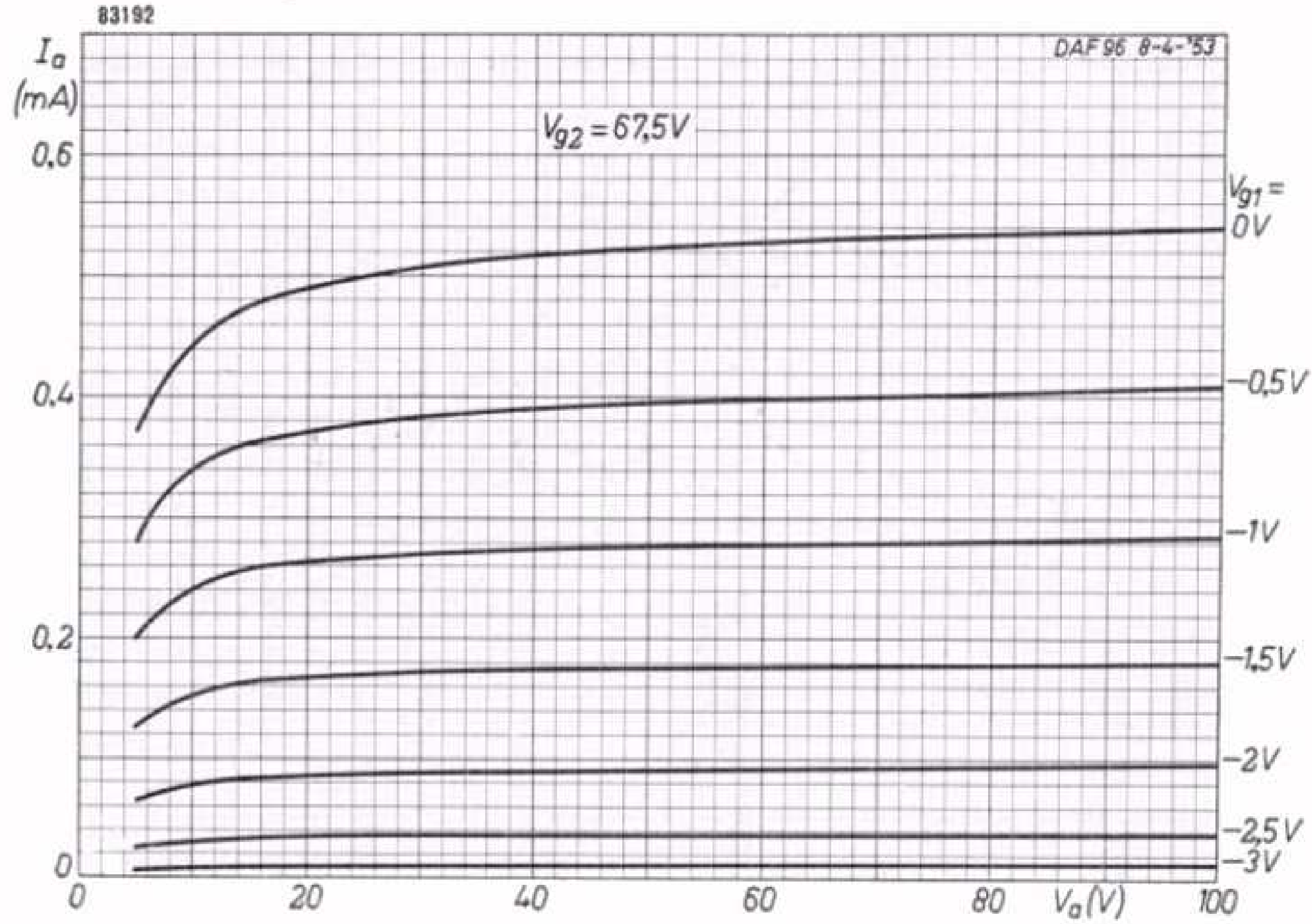


Fig. 127
Anodestroom als functie van de anodespanning bij verscheidene stuurroosterspanningen en een schermroosterspanning van 67,5 V.

EINDPENTODE DL 96

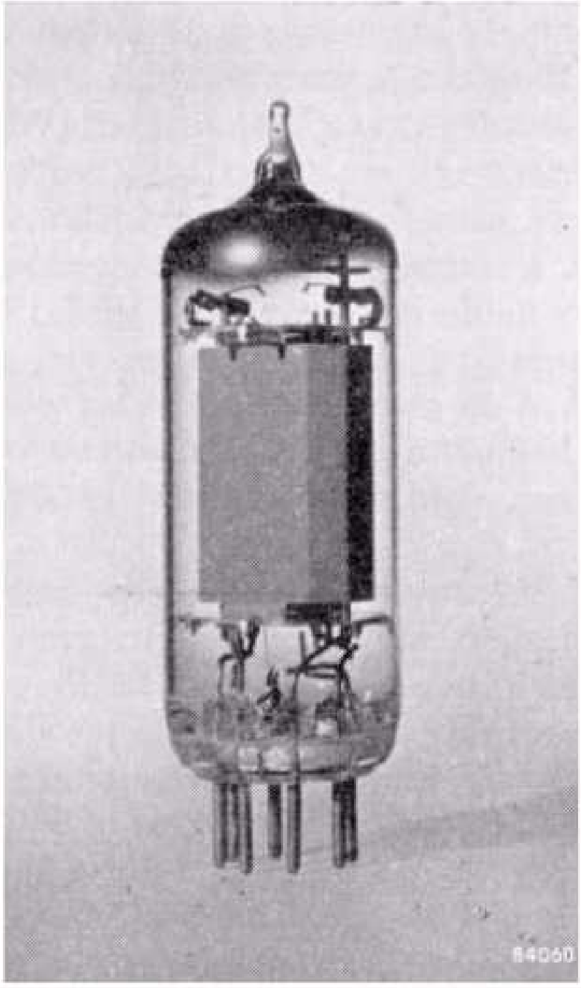


Fig. 128
De eindpentode DL 96.

Buisbeschrijving

De DL 96 is een eindpentode in de miniatuur batterijbuizenserie voor 25 mA gloeistroomverbruik, met dien verstande dat deze buis is uitgerust met twee dergelijke gloeidraden, die naar believen in serie of parallel kunnen worden geschakeld. In het eerste geval heeft men dus een 2,8 V, 25 mA gloeidraad, in het tweede geval is bij 1,4 V batterijspanning een gloeistroom van 50 mA nodig.

Een DL 96 eindpentode geeft met parallel geschakelde gloeidraden, bij gebruik van een 90 V hoogspanningsbatterij, een vermogen van 200 mW, bij in totaal 10% vervorming. Het ingangssignaal daarvoor is slechts 3,5 V_{eff}; de katodestroom 5,9 mA. Onder deze omstandigheden is het totale opgenomen vermogen van de DL 96, 601 mW, namelijk 70 mW gloeistroomvermogen en 531 mW schermrooster- en anodedissipatie, met inbegrip van het vermogen gedissipeerd door de weerstand voor de negatieve roosterspanning. Uit deze gegevens volgt, dat van het aan de beide batterijen onttrokken vermogen 33% in uitgangsvermogen wordt omgezet. Dit is het grootste rendement dat ooit met een batterijbuis is bereikt. Het rendement ten opzichte van de anodedissipatie, die 425 mW bedraagt, is 47 %.

Hoewel in de meeste gevallen de buis gebruikt zal worden met parallelgeschakelde gloeidraden, is het ook mogelijk de DL 96 in spaarschakeling te gebruiken, waarbij slechts een enkele gloeidraad wordt ingeschakeld. Het uitgangsvermogen wordt dan gehalveerd, maar het rendement blijft gelijk, omdat ook de anode- en de schermroosterstroom gehalveerd worden. De gunstigste belastingsweerstand, die in geval van parallel geschakelde gloeidraden 13 kΩ is, wordt 25 kΩ in de spaarschakeling.

De gloeidraden van de DL 96 kunnen, zoals reeds vermeld, ook in serie worden geschakeld, wanneer bij voorbeeld de buis moet worden gevoed van een 2,8 V batterij, of in geval van serievoeding van alle gloeidraden in BGW ontvangers. Bij gebruik van een 90 V anodebatterij, is het maximum uitgangsvermogen dan 150 mW, en bedraagt de katodestroom 4,5 mA. Deze

waarden vloeien voort uit het feit dat de als maximum toegestane katodestroom 3 mA voor iedere gloeidraad bedraagt. Daar het stuurrooster meer negatief is ten opzichte van de positieve gloeidraadhelft dan ten opzichte van de negatieve, wordt voor deze laatste de maximale katodestroom al bereikt als de positieve helft nog slechts 1,5 mA levert. Hierdoor leveren eindbuizen voor batterijvoeding minder uitgangsvermogen als de gloeidraden in serie zijn geschakeld dan in het geval van parallel schakeling.

Als de gloeidraden van de DL 96 in serie worden geschakeld, moet de negatieve helft worden overbrugd met een weerstand die de katodestroom van de positieve helft moet opnemen. Dit is nodig om te voorkomen dat de katodestroom van de positieve helft bijdraagt tot de gloeistroom van de negatieve. Dit zou namelijk een verhoging van de gloeispanning veroorzaken en de levensduur van de buis ongunstig beïnvloeden. De berekening van deze weerstand zal worden verklaard in een volgend hoofdstuk, getiteld: „Voedingsproblemen bij batterijbuizen".

In sommige gevallen zal een groter uitgangsvermogen dan met een enkele DL 96 kan worden bereikt, nodig zijn. Dit kan zich voordoen in grotere stationnaire ontvangers. In dat geval kunnen twee buizen DL 96 in een balansschakeling klasse AB of klasse B worden gebruikt. Met parallelvoeding van de gloeidraden en een 90 V anodebatterij, is het uitgangsvermogen 420 mW in geval van klasse AB schakeling, en 440 mW bij klasse B. De laatstgenoemde schakeling verdient aanbeveling wanneer de uiterste economie in stroomverbruik van de anodebatterij wordt verlangd. Het bezwaar van de schakeling is evenwel, dat een vaste negatieve roosterspanning, die van een apart batterijtje moet worden afgenomen, nodig is. De vervorming is in deze schakeling zeer laag, namelijk 2,6%.

Men geeft er tegenwoordig over het algemeen echter de voorkeur aan, de roosterspanning te onttrekken aan een weerstand die in de gemeenschappelijke negatieve leiding van de hoogspanning wordt geschakeld, welke weerstand dan wordt ontkoppeld met een electrolytische condensator. In dat geval is de klasse AB schakeling aan te bevelen. Van beide schakelingen worden de instelgegevens vermeld.

Daar de weerstand voor de negatieve roosterspanning ook wordt doorlopen door de katodestroom van de andere buizen in de ontvanger, zijn de gegevens hierop gebaseerd, en er is rekening gehouden met een extra stroom van 3,5 mA, die door deze weerstand vloeit. De sterkte van deze stroom zal uiteraard iets variëren onder invloed van de regelspanning op de eerste twee buizen in de ontvanger, maar de invloed van deze variatie op het gedrag van de eindtrap is van geringe invloed.

Het is niet aanbevelenswaardig om klasse B, of zelfs klasse AB balanstrappen te gebruiken bij 25 mA serievoeding van alle gloeidraden in de ontvanger. De veranderingen in de katodestromen van de eindbuizen zouden de gloeispanningen van de andere buizen ongunstig beïnvloeden. Wel kunnen de gloeidraden van de eindbuizen in serie worden geschakeld wanneer de ont-

vanger moet worden gevoed uit een 2,8 V batterij. In dat geval kunnen de gloeidraden van iedere buis in serie worden geschakeld en worden de overeenkomstige aansluitcontacten van de beide buizen met elkaar verbonden. De negatieve gloeidraadhelften moeten dan worden geshunt met een gemeenschappelijke weerstand, die 690 Ω moet zijn bij klasse B schakeling en een 90 V anodebatterij, en 1000 Ω wanneer een anodebatterij van 67,5 V wordt gebruikt. In geval van klasse AB schakeling, zijn de waarden van deze shuntweerstanden 330 Ω voor 90 V batterijspanning en 470 Ω als een 67,5 V anodebatterij wordt gebruikt.

GEGEVENS VAN DE EINDPENTODE DL 96

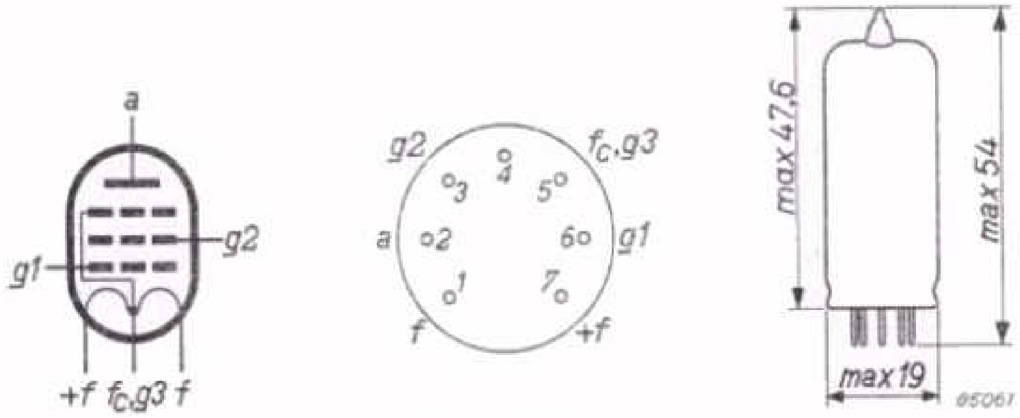


Fig. 129

Electrodenschema, aansluitingen en afmetingen in mm van de DL 96.

Gloeidraadgegevens

Gloeidraad direct verhit door batterij, gelijkstroom of gelijkgerichte wisselstroom; serie- of parallelvoeding.

Parallelvoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,4	2,8 V
Gloeistroom	I_f	=	50	25 mA
Contacten			5—(1+7)	1—7

Serievoeding

Gloeispanning	V_f	=	1,3	2,6 V
Contacten			5—(1+7)	1—7

Capaciteiten

Ingangscapaciteit	C_{g1}	=	5,0 pF
Uitgangscapaciteit	C_a	=	4,7 pF
Capaciteit tussen stuurrooster en anode . . .	C_{ag1}	=	0,4 pF

Instelgegevens klasse A

Anodespanning	V_a	=	64	85 V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	64	85 V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—3,3	—5,2 V
Anodestroom	I_a	=	3,5	5 mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	0,65	0,9 mA
Steilheid	S	=	1,3	1,4 mA/V
Versterkingsfactor tussen schermrooster en stuurrooster	μ_{g2g1}	=	7	7
Inwendige weerstand	R_i	=	170	150 kΩ
Aanpassingsweerstand	R_a	=	15	13 kΩ
Uitgangsvermogen	W_o	=	100	200 mW
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	2,6	3,5 V_{eff}
Totale vervorming	d_{tot}	=	10	10 %
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	1,6	1,5 V_{eff}

Instelgegevens van de stroomsparende schakeling klasse A

V_f = 1,4 V; I_f = 25 mA; contacten 1—5 of 5—7

Anodespanning	V_a	=	64	85 V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	64	85 V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—3,3	—5,2 V
Anodestroom	I_a	=	1,75	2,5 mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	0,33	0,45 mA
Aanpassingsweerstand	R_a	=	30	25 kΩ
Uitgangsvermogen	W_o	=	50	100 mW
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	2,6	3,6 V_{eff}
Totale vervorming	d_{tot}	=	10	10 %
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	2,6	2,4 V_{eff}

Instelgegevens met serievoeding van de gloeidraden klasse A

V_f = 2,8 V; I_f = 25 mA; contacten 1—7; tussen contacten 1—5 een weerstand van 680 Ω schakelen.

Anodespanning	V_a	=	90 V
Schermroosterspanning	V_{g2}	=	90 V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—6,3 V
Anodestroom	I_a	=	3,7 mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	0,7 mA
Uitgangsvermogen	W_o	=	150 mW
Aanpassingsweerstand	R_a	=	20 k Ω
Ingangs-wisselspanning	V_i	=	2,8 V_{eff}
Totale vervorming	d_{tot}	=	10 %
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=	1,2 V_{eff}

Balansinstelling klasse AB (gloeidraden parallel)

Voedingsspanning	V_b	=	67,5		90		V
Katodeweerstand	R_k	=	470		560		Ω
Aanpassingsweerstand . . .	R_{aa}	=	20		20		k Ω
Ingangs-wisselspanning . . .	V_i	=	0	5,7	0	7,9	V_{eff}
Anodestroom	I_a	=	2×2,3	2×3,4	2×3,25	2×4,75	mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	2×0,43	2×0,95	2×0,6	2×1,5	mA
Uitgangsvermogen	W_o	=	—	220	—	420	mW
Totale vervorming	d_{tot}	=	—	3	—	4	%
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=		1,7	1,5		V_{eff}

Balansinstelling klasse B (gloeidraden parallel)

Voedingsspanning	V_b	=	67,5		90		V
Anodespanning	V_a	=	61,5		81,5		V
Schermroosterspanning . . .	V_{g2}	=	61,5		81,5		V
Stuurroosterspanning	V_{g1}	=	—5,8		—8,5		V
Aanpassingsweerstand . . .	R_{aa}	=	20		16		k Ω
Ingangs-wisselspanning . . .	V_i	=	0	5,7	0	7,9	V_{eff}
Anodestroom	I_a	=	2×0,75	2×3,4	2×1,0	2×5,0	mA
Schermroosterstroom	I_{g2}	=	2×0,14	2×0,95	2×0,18	2×1,3	mA
Uitgangsvermogen	W_o	=	—	220	—	440	mW
Totale vervorming	d_{tot}	=	—	3	—	2,6	%
Ingangs-wisselspanning voor W_o = 50 mW	V_i	=		2,75	2,8		V_{eff}

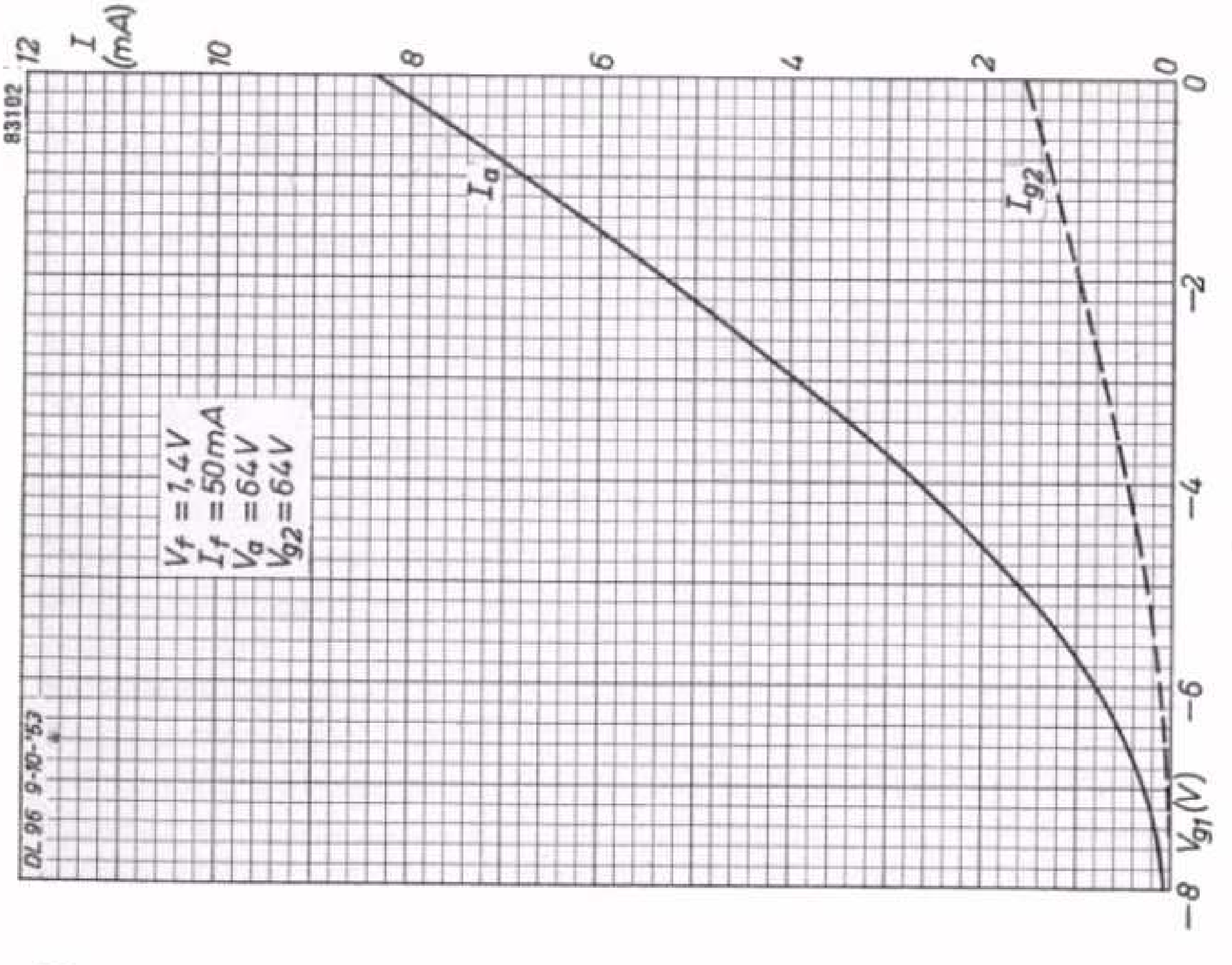


Fig. 130
Anodestroom en schermroosterstroom als functie van de negatieve roosterspanning, bij een voedingsspanning van 67,5 V.

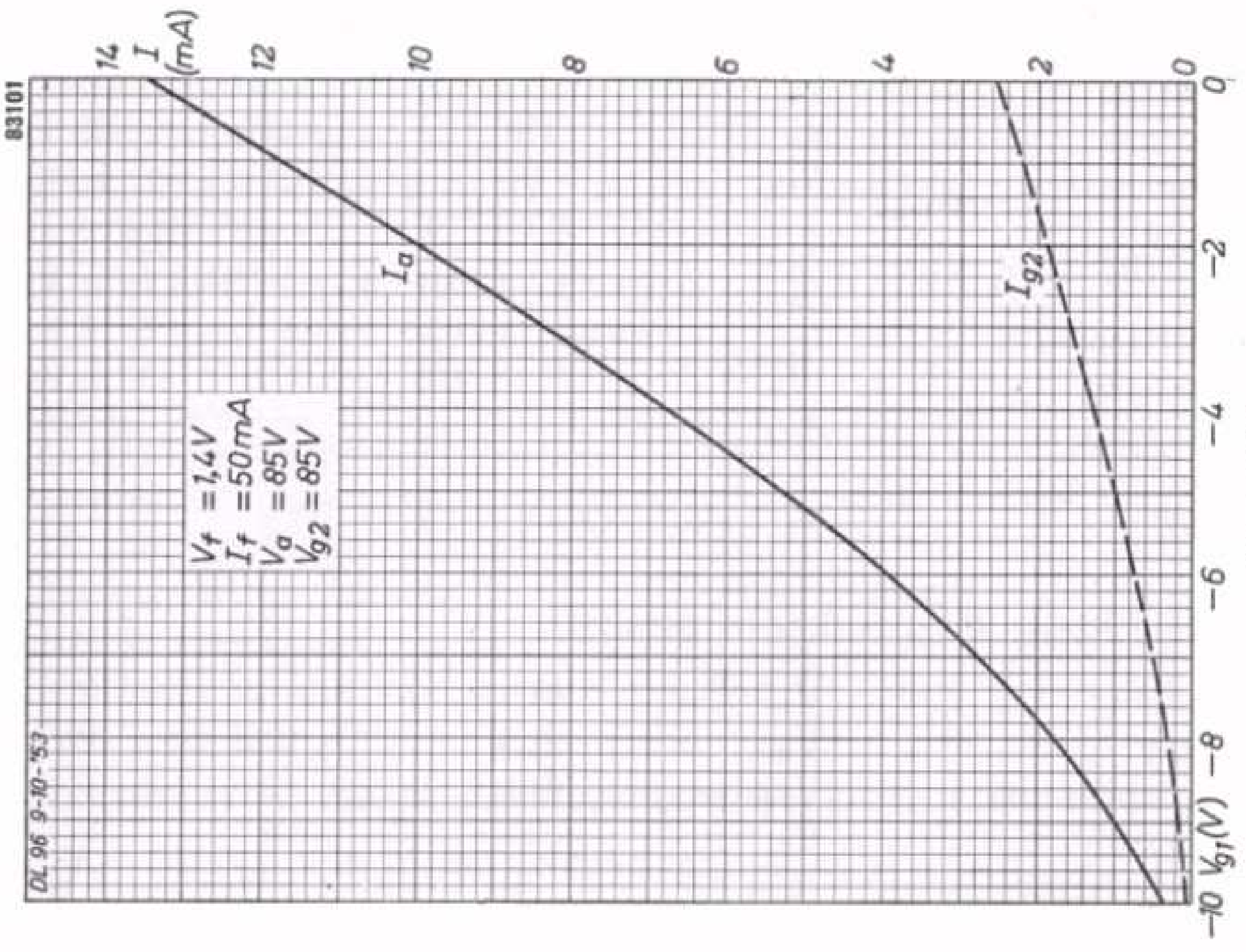


Fig. 131
Als fig. 130, doch bij een voedingsspanning van 90 V.

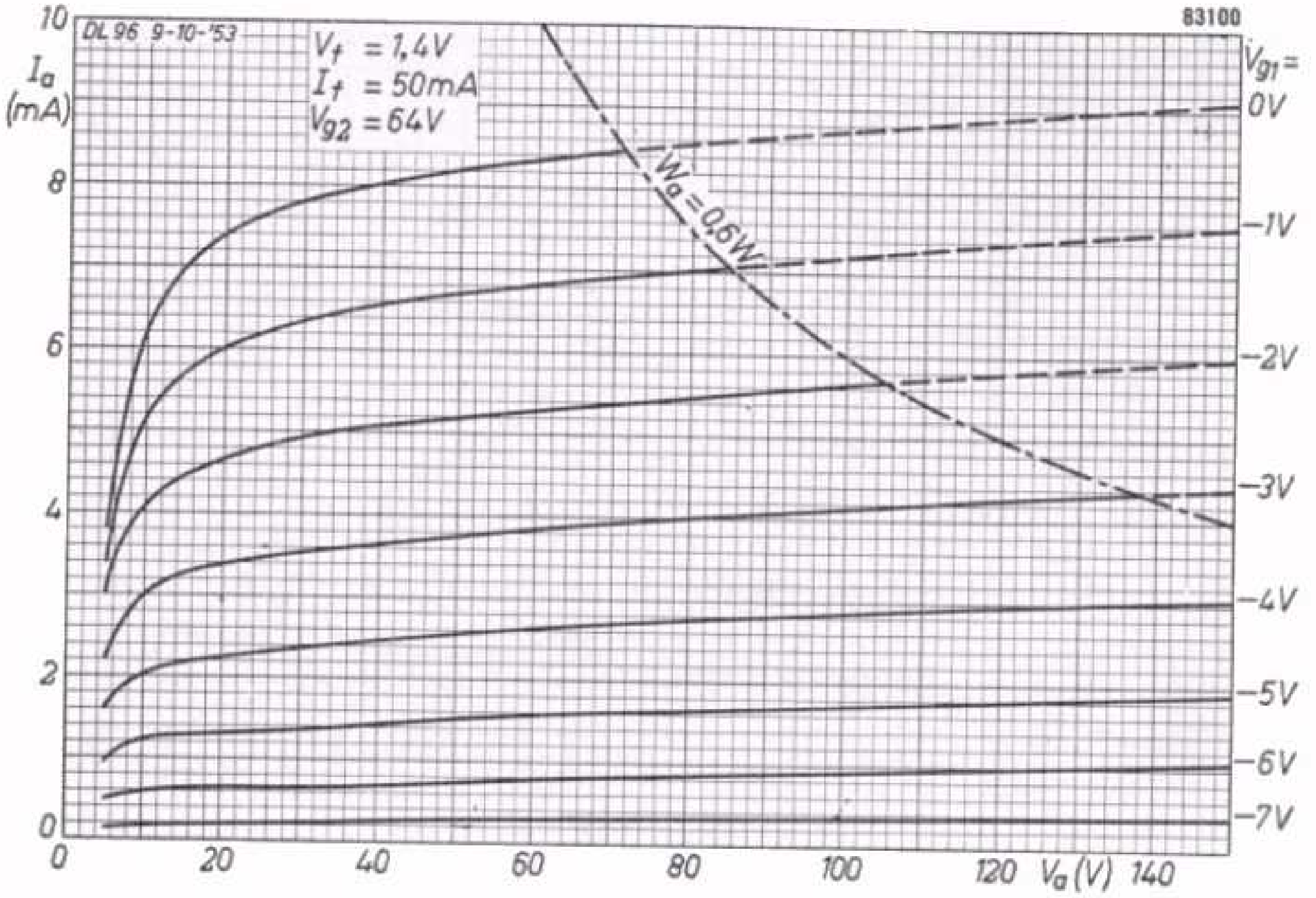


Fig. 132
Anodestroom als functie van de anodespanning, bij verscheidene negatieve roosterspanningen en bij een schermroosterspanning van 64 V.

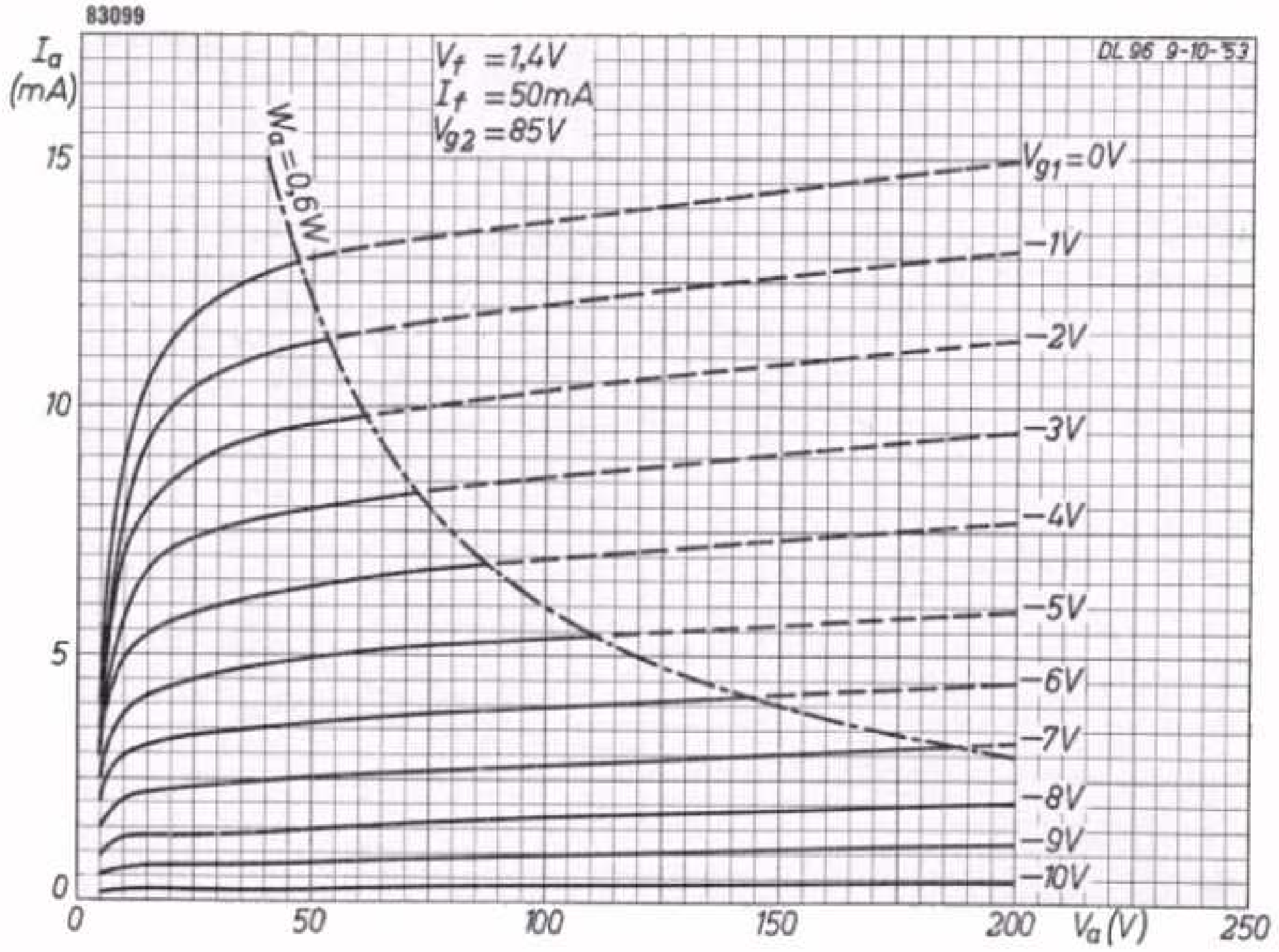


Fig. 133
Als fig. 132, maar bij een schermroosterspanning van 85 V.

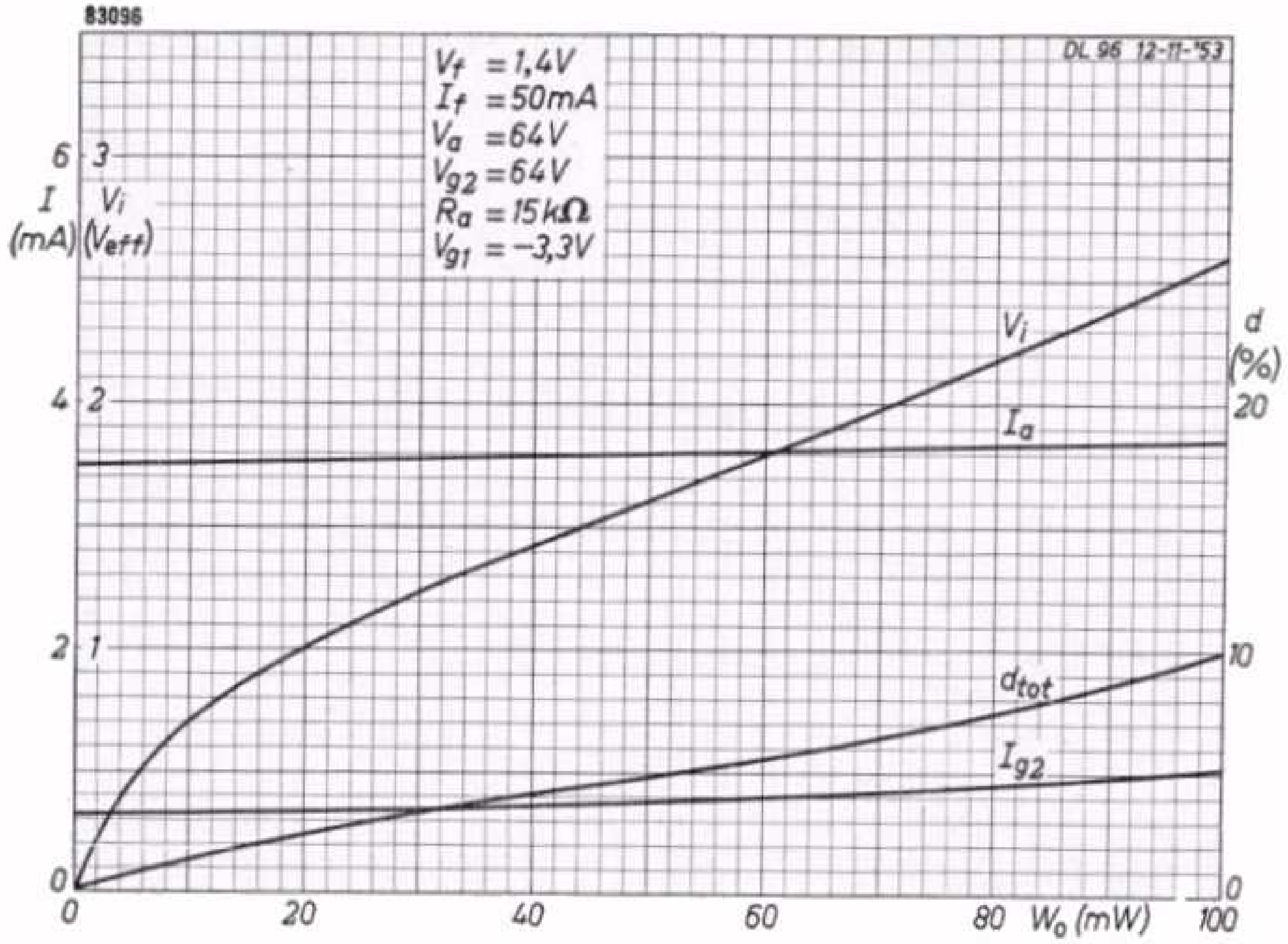


Fig. 134

Anodestroom, schermroosterstroom, ingangs-wisselspanning en totale vervorming als functies van het uitgangsvermogen, bij anode- en schermroosterspanningen van 64 V, en met beide gloeidraden parallel verbonden (V_f = 1,4 V, I_f = 50 mA).

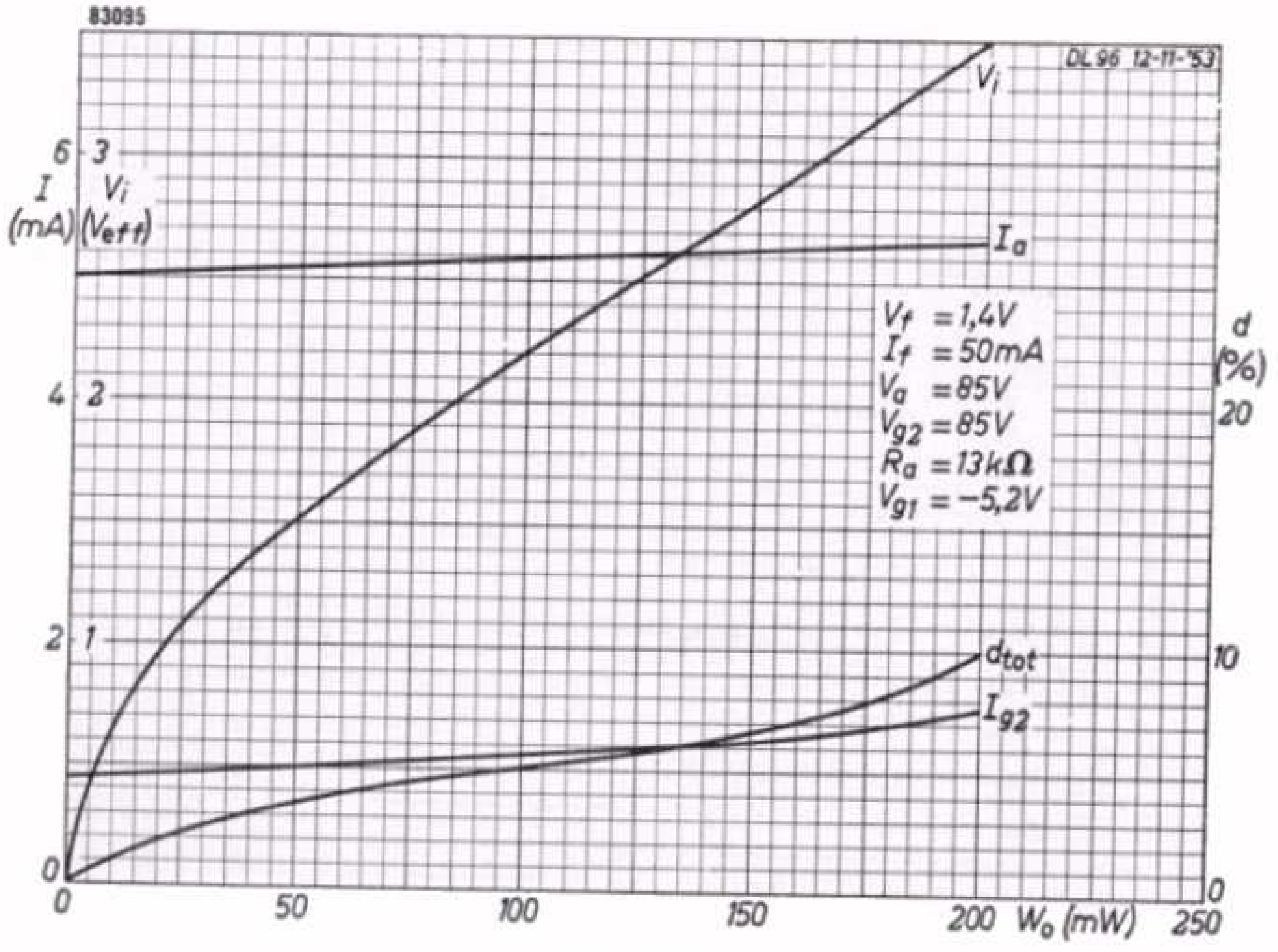


Fig. 135

Als fig. 134, maar voor anode- en schermroosterspanningen van 85 V.

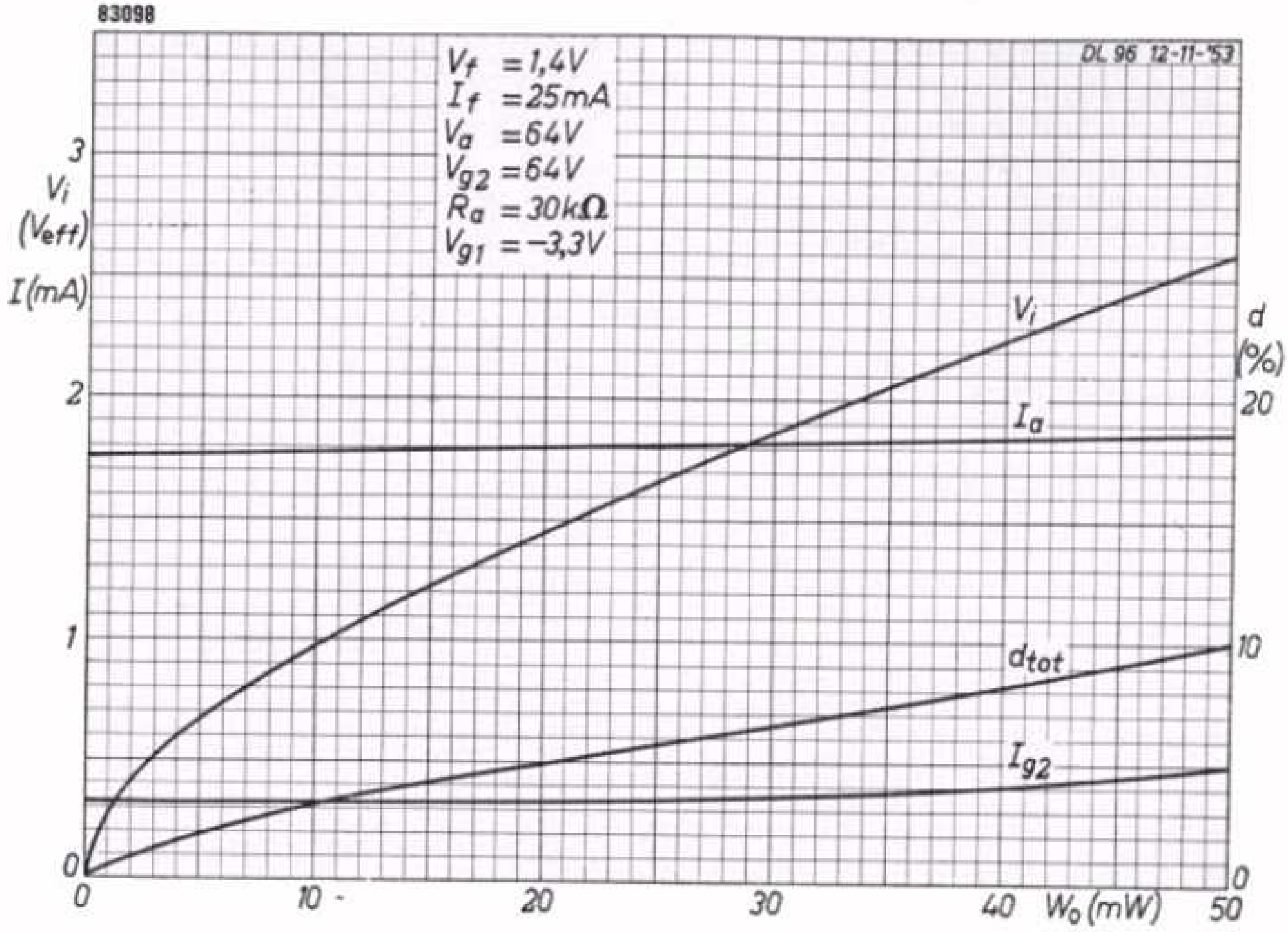


Fig. 136

Anodestroom, schermroosterstroom, ingangs-wisselspanning en totale vervorming, als functies van het uitgangsvermogen, bij een gloeispanning van 1,4 V en een gloeistroom van 25 mA (spaarschakeling), en bij anode- en schermroosterspanningen van 64 V.

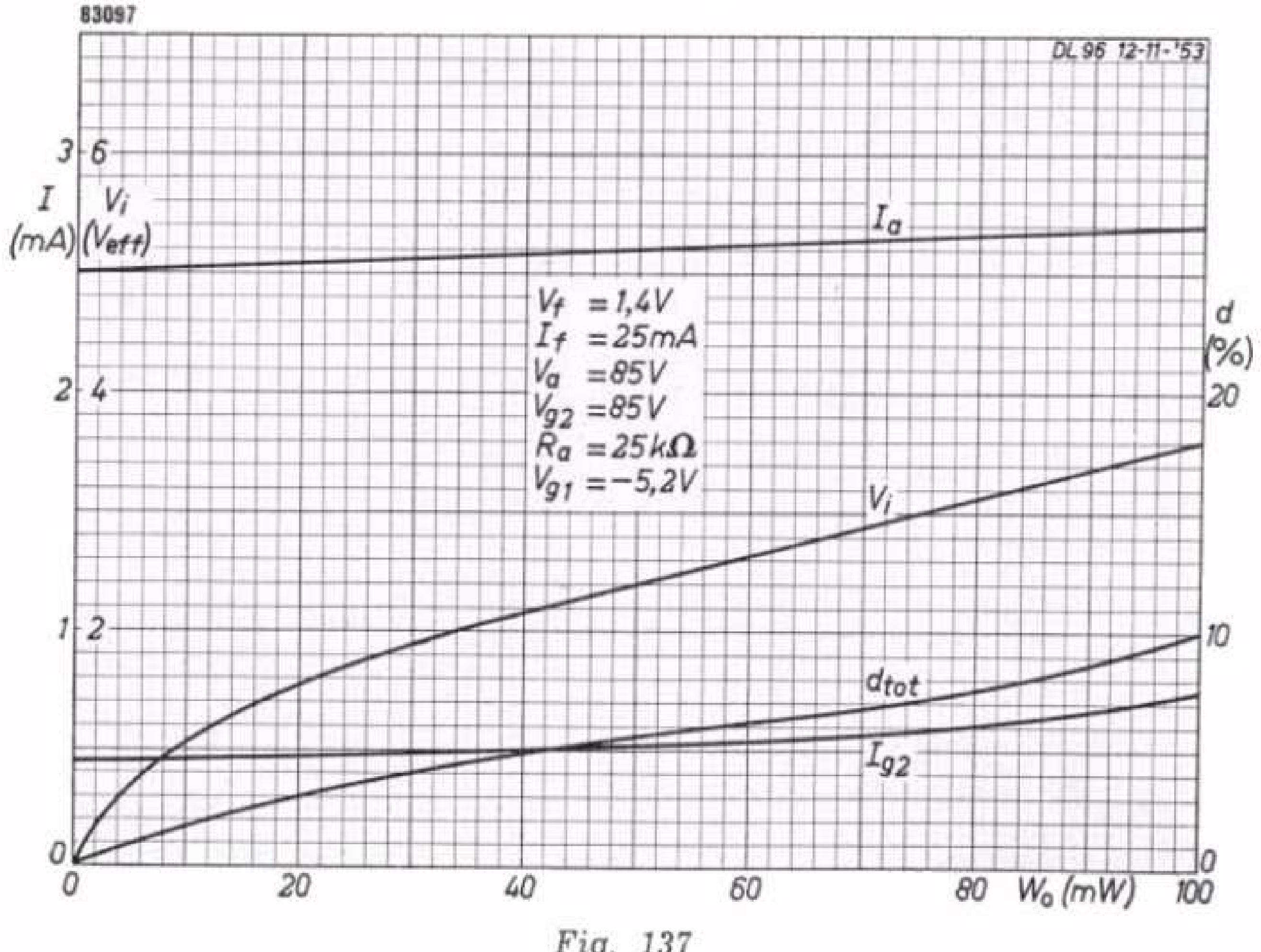


Fig. 137

Als fig. 136, doch bij anode- en schermroosterspanningen van 85 V.

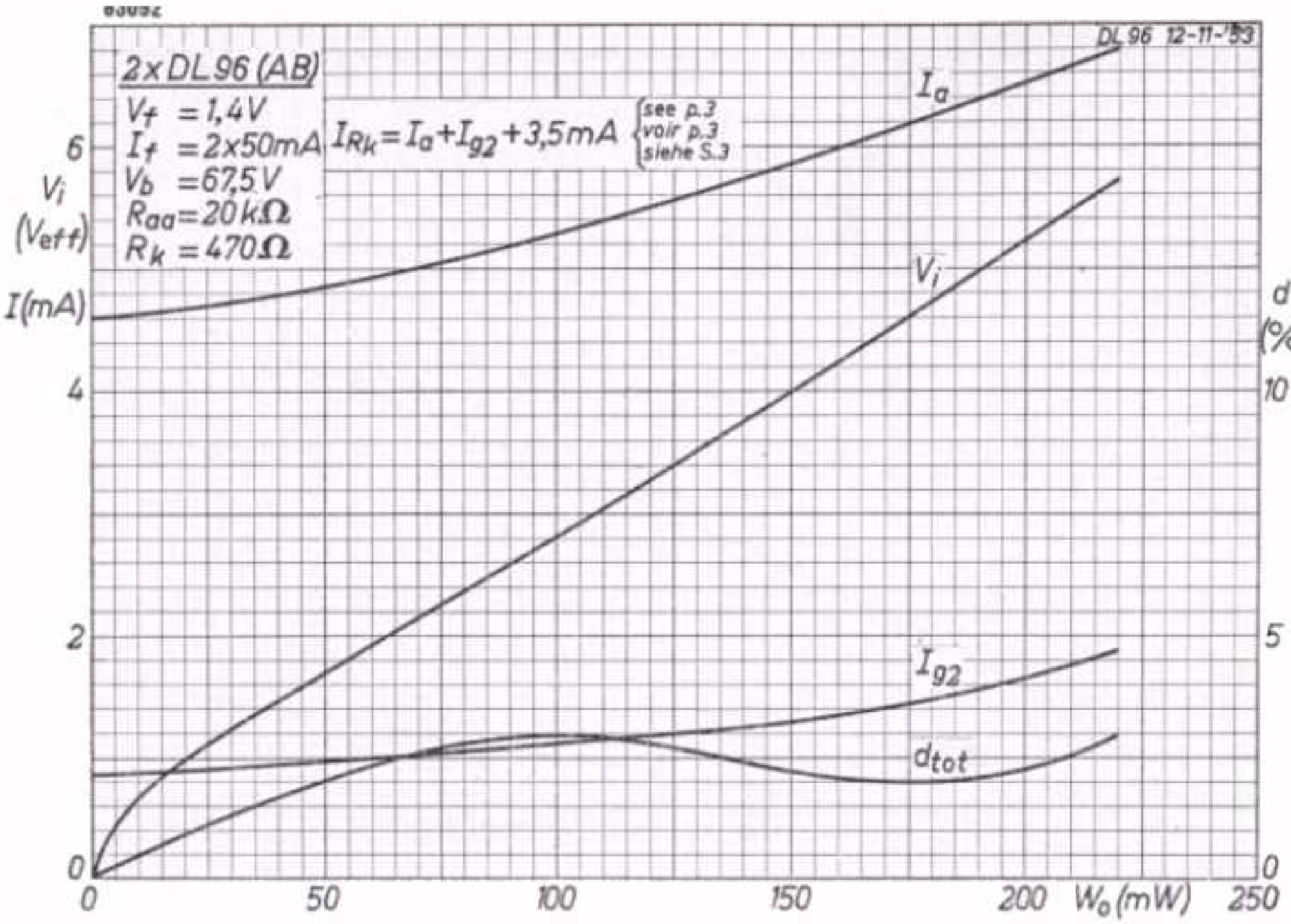


Fig. 138

Anodestroom, schermroosterstroom, ingangs-wisselspanning en totale vervorming, als functies van het uitgangsvermogen, voor balansschakeling klasse AB, bij een gloeispanning van 1,4 V, een gloeistroom van 2 × 50 mA en een batterijspanning van 67,5 V.

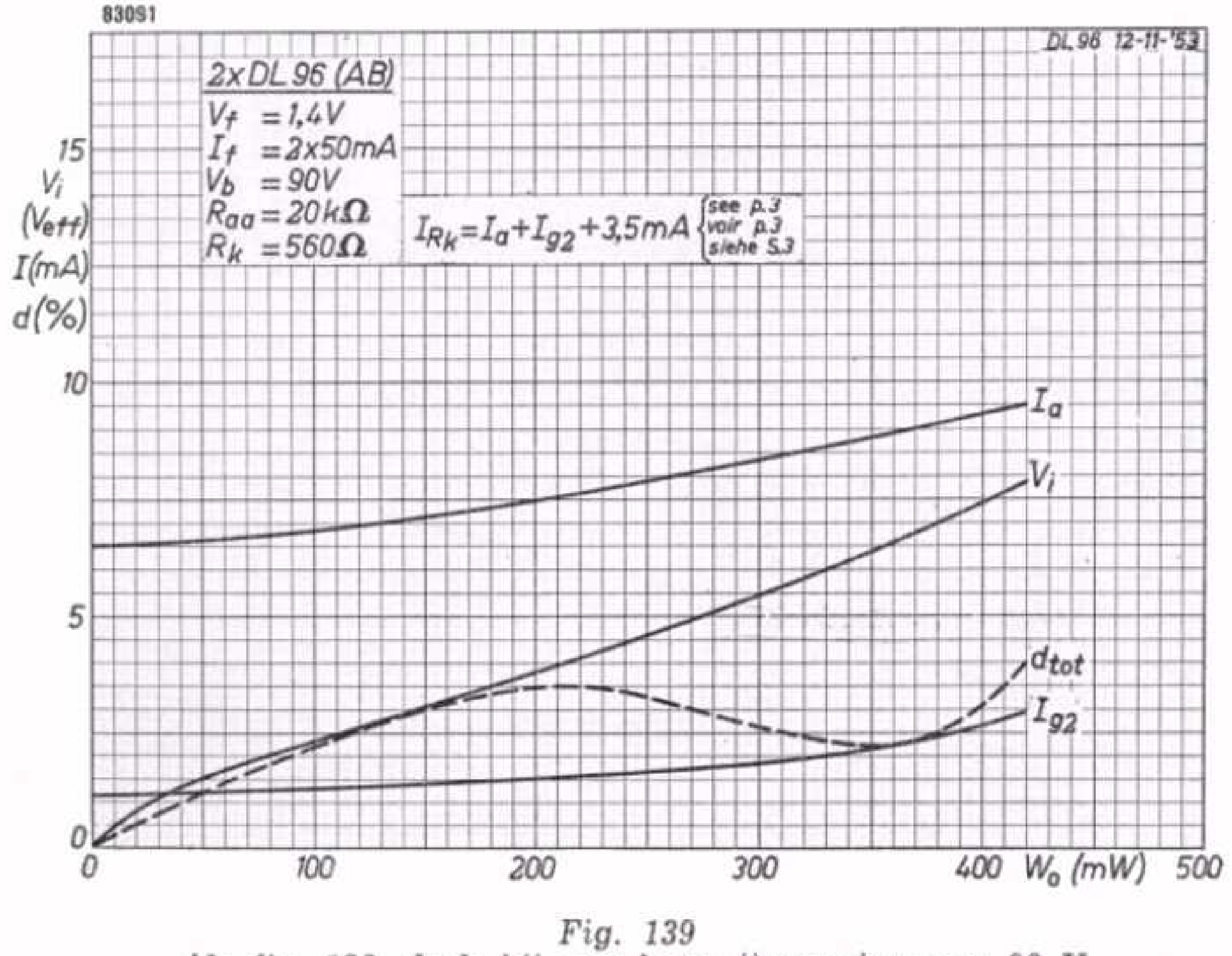


Fig. 139

Als fig. 138, doch bij een batterijspanning van 90 V.

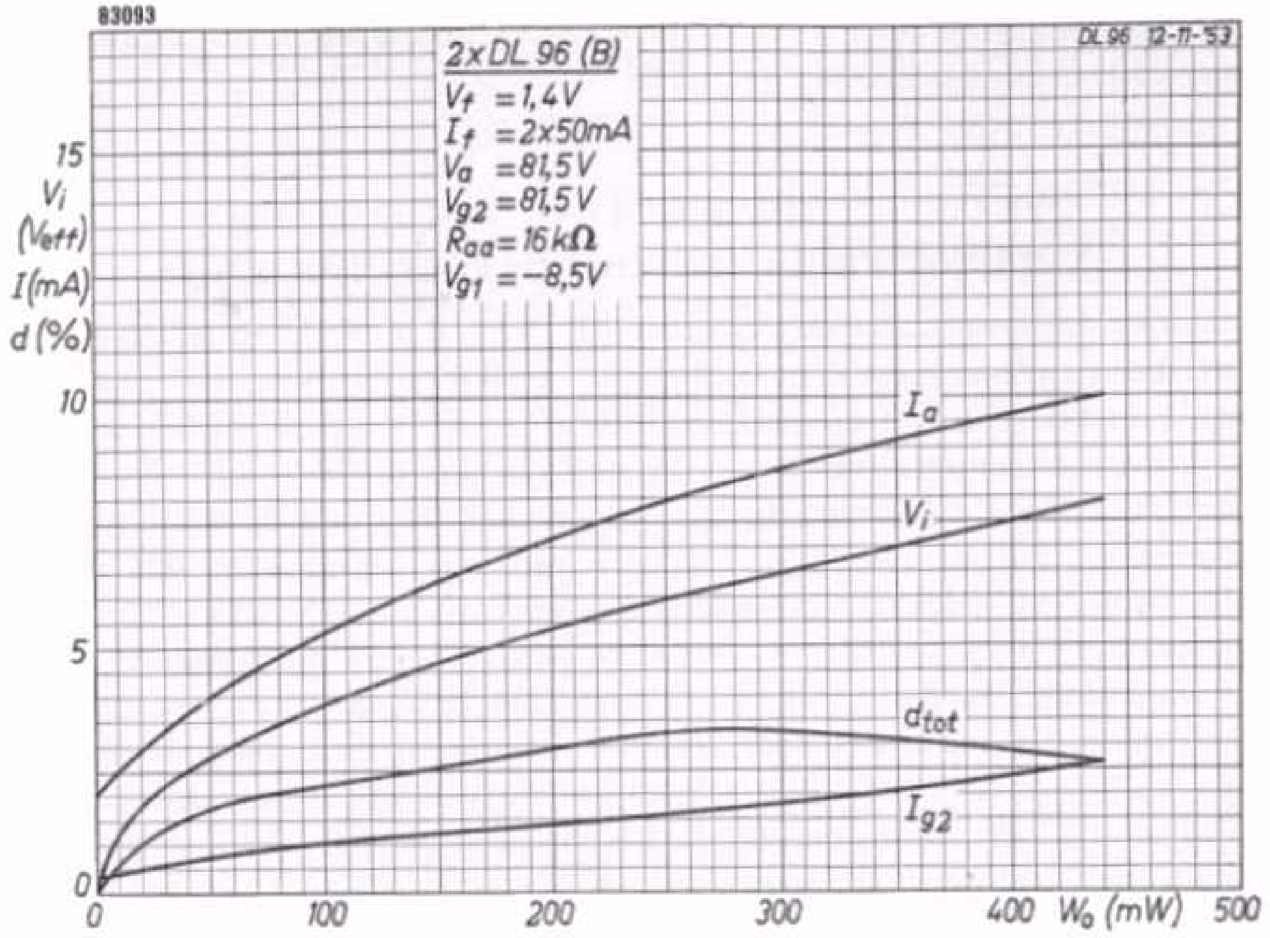


Fig. 140

Anodestroom, schermroosterstroom, ingangs-wisselspanning en totale vervorming als functies van het uitgangsvermogen voor balansschakeling klasse B. De gloeispanning is 1,4 V, en de gloeistroom 2 × 50 mA; de anode- en schermroosterspanningen zijn 81,5 V.

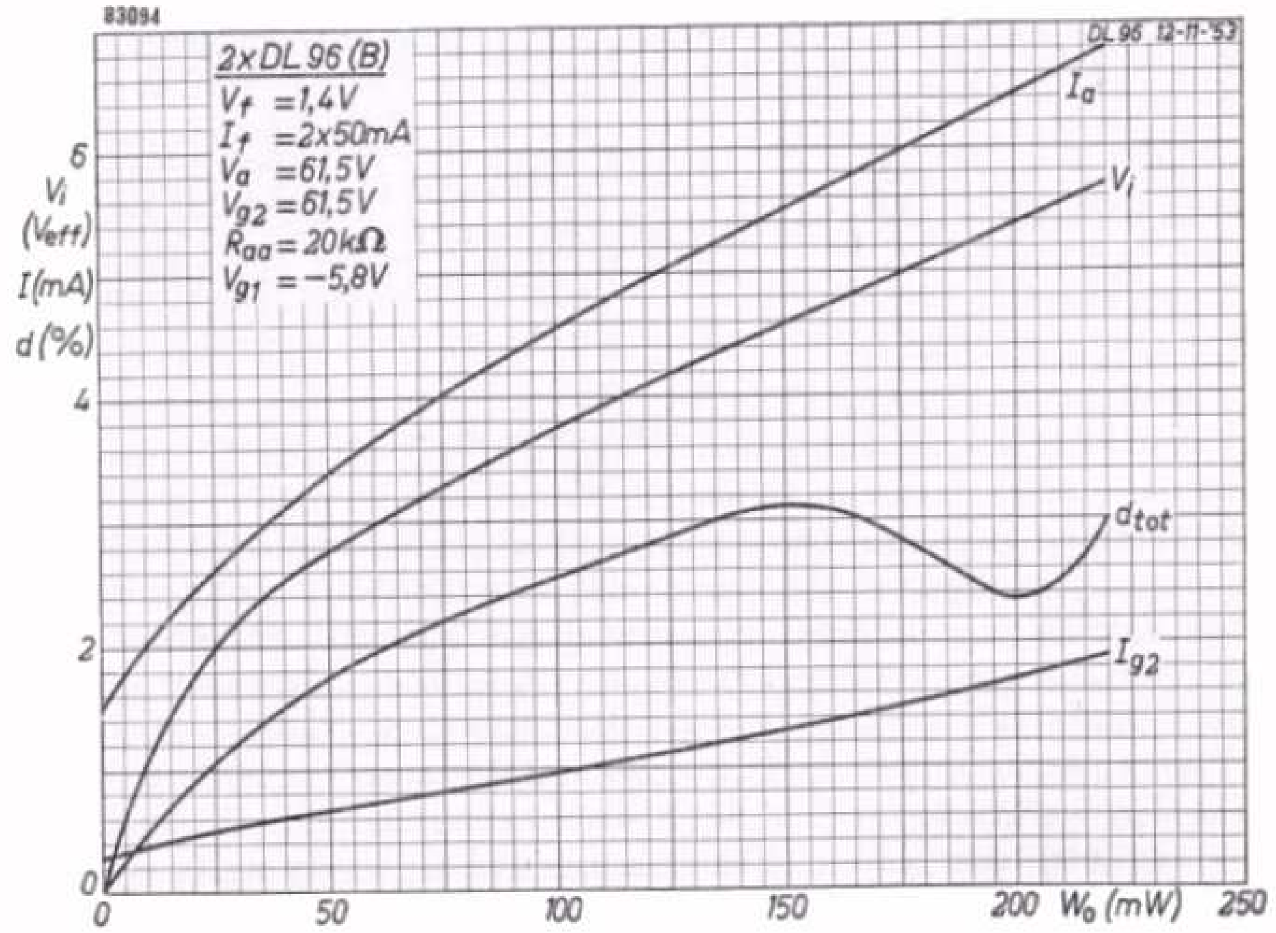


Fig. 141

Als fig. 140, doch bij anode- en schermroosterspanningen van 61,5 V.

HOOFDSTUK V

VOEDINGSPROBLEMEN BIJ BATTERIJBUIZEN

De opmerkzame lezer zal reeds hebben gemerkt, dat in de aansluitgegevens van de beschreven buizen is aangeduid welke zijde van de gloeidraad met de minpool van de gloeistroombatterij moet worden verbonden. Het maakt inderdaad onderscheid in de instelling van de buis, of men de ene dan wel de andere zijde van de gloeidraad met de minpool verbindt, daar de beschreven buizen alle zijn voorzien van een remrooster, dat met de minzijde van de gloeidraad is verbonden.

In tegenstelling met indirect verhitte buizen, die een zogenaamde aequipotentiale katode hebben, wat wil zeggen dat het gehele katodeoppervlak dezelfde spanning heeft ten opzichte van de andere electroden in de buis, hebben batterijbuizen met hun direct verhitte katode een spanningsval gelijk aan de gloeispanning over de katode, wat tot gevolg heeft dat bijvoorbeeld het stuurrooster aan het ene einde meer negatief is ten opzichte van de katode dan aan het andere einde. Dit is ook het geval bij de andere electroden. Bij het schermrooster en de anode speelt dit nauwelijks een rol, daar de spanningsval over de gloeidraad hoogstens enkele procenten van de aan die electroden aangelegde positieve spanning bedraagt. Anders is dit bij het stuurrooster en het remrooster, waarvan het laatste rechtstreeks is verbonden met een van de gloeidraadeinden; verkeerd verbinden van de gloeidraad zou dit rooster positief instellen, waardoor een onnodig grote stroom aan de katode zou worden onttrokken, met gevaar van overbelasting van de buis.

Er is al een en ander geschreven over het verschil tussen nikkelen en wolfraam gloeidraden. Ook in verband met de voeding blijkt dat deze verschillen van invloed zijn; het verband tussen gloeispanning en gloeistroom is voor beide materialen verschillend. Voor de nikkelen gloeidraden van de 50 mA serie wordt dit verband uitgedrukt door de formule:

$$V_f = \text{const}_1 \cdot I_f^{1,4}.$$

terwijl voor de wolfraam gloeidraad, gebruikt in de 25 mA serie:

$$V_f = \text{const}_2 \cdot I_f^{1,85}.$$

Voor beide typen gloeidraden is dit verband grafisch voorgesteld in fig. 142, over het gebied waarin de gloeispanning in batterijontvangers kan variëren. We zien dat bij een nikkelen gloeidraad een gloeispanningsvariatie van 1,1 tot 1,64 V een stroomvariatie van 42 tot 56 mA veroorzaakt. Bij een wolfraam gloeidraad veroorzaakt een gloeispanningsvariatie van 1,02 tot 1,75 V een stroomvariatie van 21 tot 28 mA. Het omgekeerde is natuurlijk ook waar, en we kunnen zeggen dat een stroomvariatie van 1% bij de nikkelen gloeidraden een spanningsvariatie van 0,02 V, bij de wolfraam gloeidraden van 0,025 V, teweeg brengt. Hiermee blijkt aan de ene kant, hoeveel zorg bij de fabrikatie van 25 mA buizen aan de onderlinge gelijkheid van de gloeidraden moet worden besteed, aan de andere kant, dat

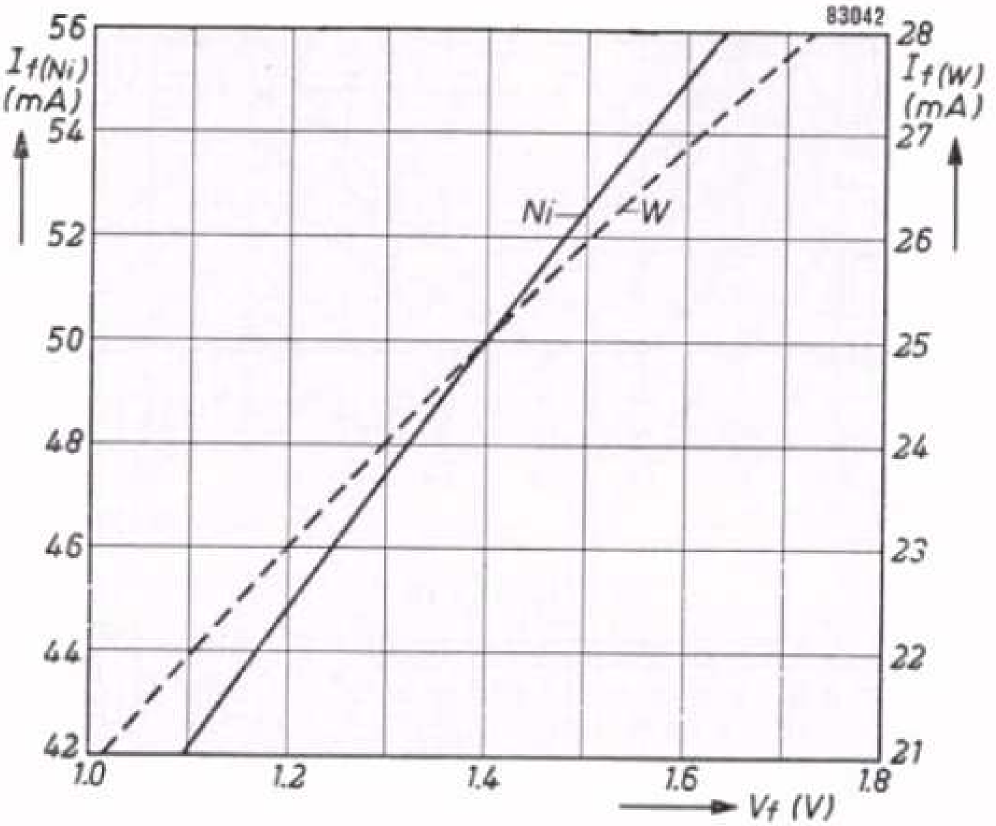


Fig. 142
Gloeistroom als functie van de gloeispanning voor een batterijbuis met 50 mA nikkelen gloeidraad (getrokken lijn) en voor een buis met 25 mA wolfraam gloeidraad (streeplijn).

de bouwer van apparaten met deze buizen ervoor moet zorgen dat de stroom in een gloeistroomketen bij serievoeding zo dicht mogelijk bij de voorgeschreven waarde blijft.

Afhankelijk van het ontvangertype, worden de gloeidraden parallel of in serie geschakeld. De problemen die daarmee samenhangen zijn totaal verschillend en zullen nader worden behandeld.

Als alle gloeidraden parallel zijn geschakeld, wat meestal het geval is in apparaten die uitsluitend voor de batterijvoeding zijn gemaakt, is de situatie eenvoudig. In dat geval zal de gloeispanning variëren tussen zekere grenzen, die bepaald zijn door de toestand van de batterij. De gloeistroom wordt bepaald door deze spanning en door de grafiek in fig. 143, waarin de getrokken lijn weer het verband tussen gloeispanning en gloeistroom voorstelt van een nominale buis van de 25 mA serie, en de streeplijnen hetzelfde verband aangeven voor de uiterste waarden die kunnen voorkomen in verband met de toegestane toleranties in de productie. Uit de grafiek blijkt, dat de maximale afwijkingen 4% bedragen. De z.g. „standaard spreiding" ligt evenwel binnen 1,3%, d.w.z. dat van de geproduceerde buizen 68% geen grotere afwijking van de nominale waarde hebben dan 1,3%. De buizen worden gegarandeerd behoorlijk te functionneren bij een spanning van slechts 1,1 V, en bestand te zijn tegen een spanning van 1,5 V, geleverd door een nieuwe batterij. Het parallelogram in fig. 143 geeft dus de grenzen aan waarin de gloeistroom en de spanning van een buis zich kunnen bevinden. De gebogen lijnen geven

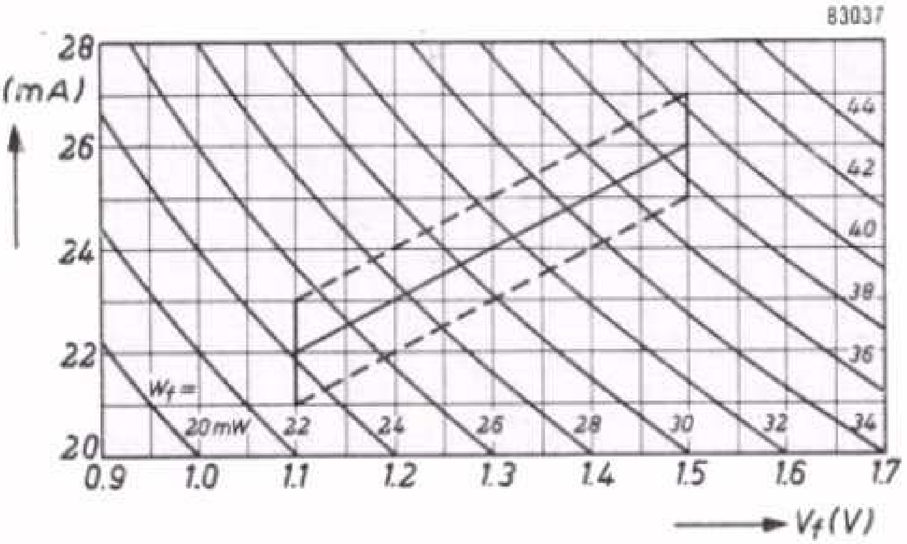


Fig. 143
Gloeistroom als functie van de gloeispanning voor batterijbuizen van 25 mA wolfraam gloeidraden. Het parallelogram geeft de condities aan, die kunnen voorkomen als de parallel verbonden gloeidraden worden gevoed door middel van een droge cel, waarin de spanning afneemt van 1,5 tot 1,1 V.

het gloeistroomvermogen (W_f) aan. Het blijkt dat onder de meest extreme omstandigheden dit vermogen varieert van 24 mW tot iets meer dan 40 mW. Brandproeven hebben bewezen, dat de buizen van de D 96 serie deze uitersten verdragen zonder dat hierdoor de levensduur ongunstig wordt beïnvloed. Zijn de gloeidraden in serie geschakeld, wat het geval zal zijn in BGW ontvangers, dan doen zich verscheidene problemen voor die de aandacht vragen en waaraan zorg moet worden besteed bij het ontwerpen van ontvangers. Allereerst zal het geval worden beschouwd, waarin de serieketen van gloeidraden door de hoogspanningsbron wordt gevoed via een serieweerstand waarvan de waarde groot is ten opzichte van de gloeidraden. Wanneer in dat geval de gloeistroom van de D 96 serie wordt ingesteld op 24 mA, bij de nominale netspanning, worden de goede werking en de levensduur van de buizen gegarandeerd ook wanneer netspanningsvariaties van ± 10% voorkomen. In dat geval mag worden aangenomen, dat de relatieve gloeistroomvariaties gelijk zullen zijn aan de netspanningsvariaties, zodat de gloeistroom varieert van 21,6 tot 26,4 mA. Deze stroomvariatie is iets kleiner dan die welke voorkomt bij de reeds behandelde parallelvoeding. Zoals evenwel uit de grafiek voor serievoeding (fig. 144) blijkt, varieert nu voor een nominale buis de gloeispanning evenwel tussen 0,96 en 1,64 V in de uiterste gevallen. Men zou verwachten, dat met deze grote gloeispanningsveranderingen een veel te grote variatie in gloeistroomvermogen optreedt. Uit de grafiek van fig. 144 lezen we evenwel af, dat dit vermogen ligt tussen 21 en 43 mW, zodat het in de uiterste gevallen slechts met het gearceerde gedeelte het vermogen dat voorkomt bij parallelvoeding overschrijdt. Hieruit blijkt wel, dat de D 96 serie tegen deze slechts zelden voorkomende omstandigheden is opgewassen.

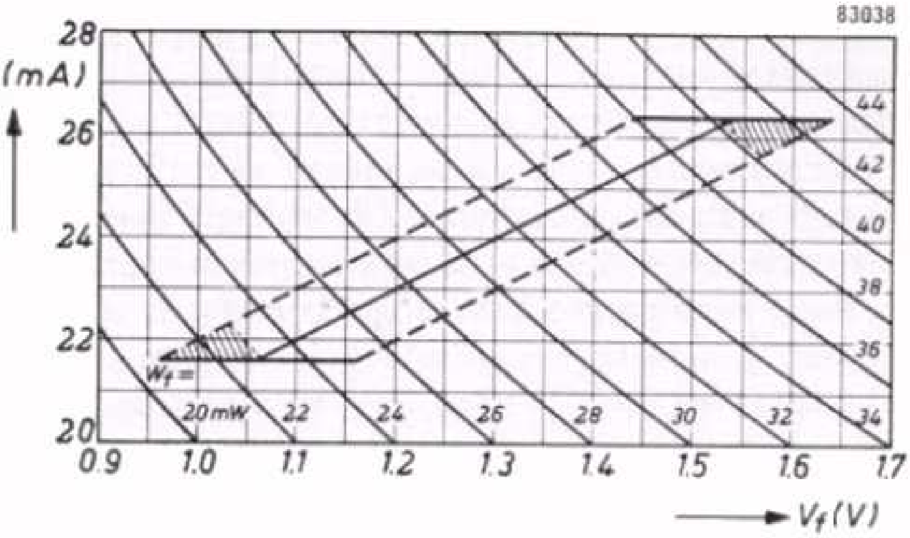


Fig. 144
Grafiek die overeenkomt met die van fig. 143; hier geeft het parallelogram evenwel de condities aan die kunnen voorkomen bij serievoeding van de gloeidraden via de hoogspanning, en waarbij spanningsvariaties van ± 10% optreden.

Voor het geval dat de serieketen van gloeidraden wordt gevoed door een batterij waarvan de spanning overeenkomt met de gloeispanning voor de in serie geschakelde gloeidraden, kan een soortgelijk parallelogram worden getekend. Dit zal evenwel geheel vallen binnen de grenzen van dat van fig. 143, daar het gloeistroomvermogen per buis in de uiterste gevallen zal varieren van 22 mW tot 40 mW. Dit geval behoeft dus geen verder commentaar.
Daar omstandigheden die we niet in de hand hebben, als netspannings- en batterijspanningsvariaties, reeds zulke grote veranderingen in gloeistroomvermogen veroorzaken, is er weinig speling voor andere dingen die dit gloeistroomvermogen kunnen beïnvloeden. Zulke veranderingen kunnen worden veroorzaakt door het feit dat de gloeidraden ook als katode functionneren. Dit kan als volgt worden verklaard: De electronen die naar de positieve electroden vloeien, veroorzaken een „emissiestroom", die we ons indenken te vloeien in de conventionele richting, dus naar de gloeidraad toe. Wanneer de gloeidraden in serie zijn verbonden, zal deze extra stroom door de gehele gloeistroomketen vloeien, wat, gezien de grafiek van fig. 144, ontoelaatbaar is. Daarom moet deze stroom door passende middelen worden gecompenseerd. Wanneer 25 mA buizen worden gebruikt, is het effect van deze emissiestroom blijkbaar groter dan in het geval waarin 50 mA buizen worden gebruikt. De methoden om deze emissiestroom te compenseren zullen in een volgende paragraaf onder het hoofd „Serievoeding van de gloeidraden", op blz. 134, uitvoerig worden behandeld.
Een punt dat ten nauwste samenhangt met de gloeidraadvoeding is het verkrijgen van de negatieve roosterspanning. Daar de gloeidraden zijn verbonden met een gemeenschappelijke spanningsbron, is er geen mogelijkheid aanwezig om voor iedere buis de negatieve roosterspanning afzonderlijk

in te stellen, zoals we dit bij indirect verhitte buizen gewend zijn te doen, door middel van een katodeweerstand. Daar komt nog bij, dat een gloeidraad geenszins een equipotentiaal oppervlak heeft, zoals een indirect verhitte katode; hierop werd reeds de aandacht gevestigd. Dit kan als volgt worden gedemonstreerd: De eindpentode DL 96 heeft twee 25 mA gloeidraden, wat nodig is om voldoende emissie en uitgangsvermogen te krijgen. Als deze gloeidraden in serie worden geschakeld, zoals nodig is in een serieketen, zal het spanningsverschil tussen het negatieve en het positieve uiteinde 2,8 V bedragen. Dit is ongeveer de halve roosterruimte van de buis. Hiermee wordt duidelijk gedemonstreerd hoe nodig het is de negatieve roosterspanning zeer nauwkeurig in te stellen, om te vermijden dat in het ene geval de buis aan de positieve kant wordt afgeknepen en dat in het andere de emissiestroom aan het negatieve einde een te hoge waarde krijgt, wat de levensduur van de buis ongunstig zou kunnen beïnvloeden.

In deze inleiding hebben we de verschillende problemen die zich bij de voeding van batterijbuizen voordoen de revue laten passeren; we zullen nu een meer gedetailleerde beschrijving geven van de verscheidene in de practijk voorkomende schakelingen waarin deze buizen worden gebruikt.

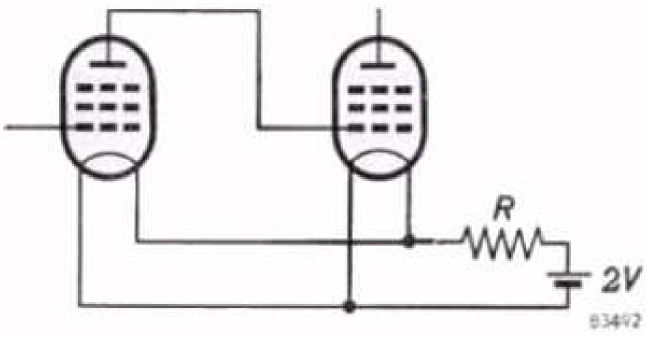


Fig. 145
Batterijbuizen gevoed door een loodaccu. Een voorschakelweerstand moet worden opgenomen, doch deze geeft aanleiding tot ongewenste koppelingen.

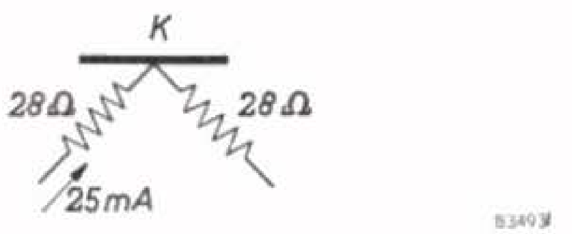


Fig. 146
Voorstelling van een direct verhitte katode bij een D 96 buis.

Parallelvoeding van de gloeidraden

Anders dan bij serievoeding, biedt de parallelvoeding weinig moeilijkheden. Toch kunnen zich hier ook nog wel enkele problemen opwerpen, die behandeling verdienen.

Het kan voorkomen, dat men in plaats van een droge batterij, een loodaccu voor de voeding wil gebruiken. Deze heeft een spanning van 2 V, en het lijkt op het eerste gezicht zeer eenvoudig om het spanningsoverschot van 0,6 V in een serieweerstand weg te werken (zie fig. 145). Wanneer de ontvanger is uitgerust met de 96 serie, is de gezamenlijke gloeistroom 0,125 A, en de voorschakelweerstand moet dus een waarde hebben van $\frac{0,6}{0,125} = 5\ \Omega$.

Over deze weerstand worden de buizen op ontoelaatbare wijze met elkaar gekoppeld, en al naar gelang van het aantal buizen ontstaat mee- of tegenkoppeling. Bij een even aantal buizen

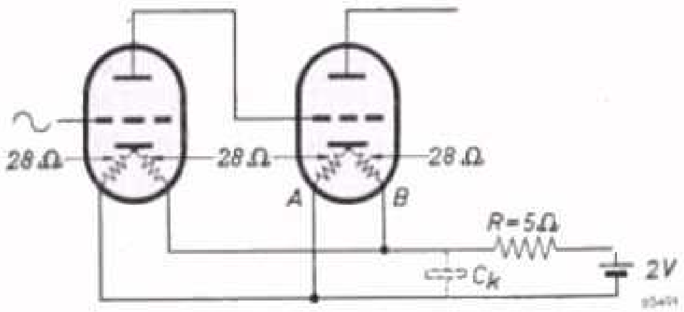


Fig. 147
Hoe met de voorstelling van fig. 146, in een versterkschakeling met twee batterijbuizen, de weerstanden zijn verdeeld.

krijgt men positieve, bij een oneven aantal, negatieve terugkoppeling. Hierdoor kan men het merkwaardige verschijnsel opmerken, dat in een experimenteel ontvangertje, dat op een dergelijke wijze wordt gevoed, de versterking met twee buizen even groot wordt als wanneer men de schakeling met een derde buis uitbreidt.

Hoe deze koppeling ontstaat, laat zich verklaren aan de hand van de fig. 146 en 147. In fig. 146 is schematisch aangegeven hoe men zich de katode van een direct verhitte buis uit de 96 serie kan voorstellen. De schakeling voor twee van de buizen gaat er dan uitzien als aangegeven in fig. 147. De grootte van de terugkoppeling kan als volgt worden berekend: Als we de roosterwisselspanning zonder terugkoppeling aan de eerste buis voorstellen door v_g, en de tweede buis een steilheid S heeft, terwijl de versterking zonder terugkoppeling g wordt genoemd, dan wordt de wisselstroom i_k in de tweede buis:

$$i_k = -S.g.v_g \; ;$$

de spanning in het punt B wordt dan:

$$\frac{5}{33} . \; i_k . \; R_k \text{ (hierin is } R_k = 14 \; \Omega).$$

In het midden van de gloeidraad van de eerste buis wordt dan de ongeveer in verhouding tot de gloeidraden verdeelde spanning:

$$v'_g = - \left(-½ . \frac{5}{33} . \; S.g.v_g . \; R_k\right).$$

Voor de DAF 96 kunnen we de volgende waarde invullen: g = 75. Is nu de steilheid van de tweede buis $S = 1{,}4$, dan wordt de terugkoppeling $\frac{v'_g}{v_g} = 11\,\%$. Daar deze terugkoppeling in het laagfrequentiedeel van de schakeling microfonie kan veroorzaken en in de mengtrap en de M.F. versterker aanleiding kan geven tot modulatievervorming, is een dergelijke koppeling niet geoorloofd. Het aanbrengen van een ontkoppelcondensator, die in dit geval een waarde van 1600 μF zou moeten hebben, kan wegens de afmeting van dit onderdeel nauwelijks practisch worden genoemd. De enige mogelijkheid, als men dus een ontvanger uit een 2 V accu wil voeden, is het aanbrengen van een aparte voorschakelweerstand voor iedere buis.

Uit het bovenstaande blijkt ook dat, wanneer de gloeistroombatterij na langdurig gebruik een te hoge inwendige weerstand krijgt, soortgelijke koppelingsverschijnselen kunnen optreden.

In plaats van de droge cel of de loodaccu, is er nog een zeer aantrekkelijke stroombron voor de gloeistroomvoeding van batterijbuizen, namelijk de nikkel-cadmium cel. Dit is een accu met een nominale spanning van 1,2 V, die in een hermetisch gesloten, roestvrij stalen huis is ondergebracht. De gebruikte materialen maken de prijs van dergelijke accumulatoren evenwel nogal hoog, waardoor algehele voeding van batterijontvangers door middel van deze stroombron vrijwel niet te verwezenlijken is. Anders was hiermee eigenlijk de ideale stroombron voor dit ontvangertype gevonden, want deze accumulatoren kunnen zonder schade geheel worden ontladen, zulks in tegenstelling met loodaccumulatoren. Verder zijn ze in zeer kleine afmetingen verkrijgbaar, waardoor ze ook voor anodebatterijen geschikt zouden zijn.
Evenwel, voor een ontvanger die zowel met batterijen als uit een wisselstroomnet moet kunnen worden gevoed, kan men voor de gloeistroomvoeding goed van een enkele cel van niet te grote afmetingen gebruik maken.
Op het eerste gezicht lijkt de nominale spanning van een dergelijke nikkel-cadmiumcel, zijnde 1,2 V, wel wat laag voor buizen waarvan de gloeispanning 1,4 V bedraagt. Men moet hierbij echter niet uit het oog verliezen, dat de door een droge batterij geleverde spanning daalt van ongeveer 1,5 V tot 1,2 V, reeds gedurende de eerste ontlading van 3 tot 4 uur. Wordt het apparaat daarna een etmaal niet gebruikt, dan herstelt zich de batterijspanning tot ruim 1,4 V, om bij een volgende ontlading tot iets beneden 1,2 V te dalen. Dit proces herhaalt zich bij iedere rust en gebruiksperiode, zodat ten slotte na enkele dagen gebruik, de spanning bij de aanvang van een hernieuwde

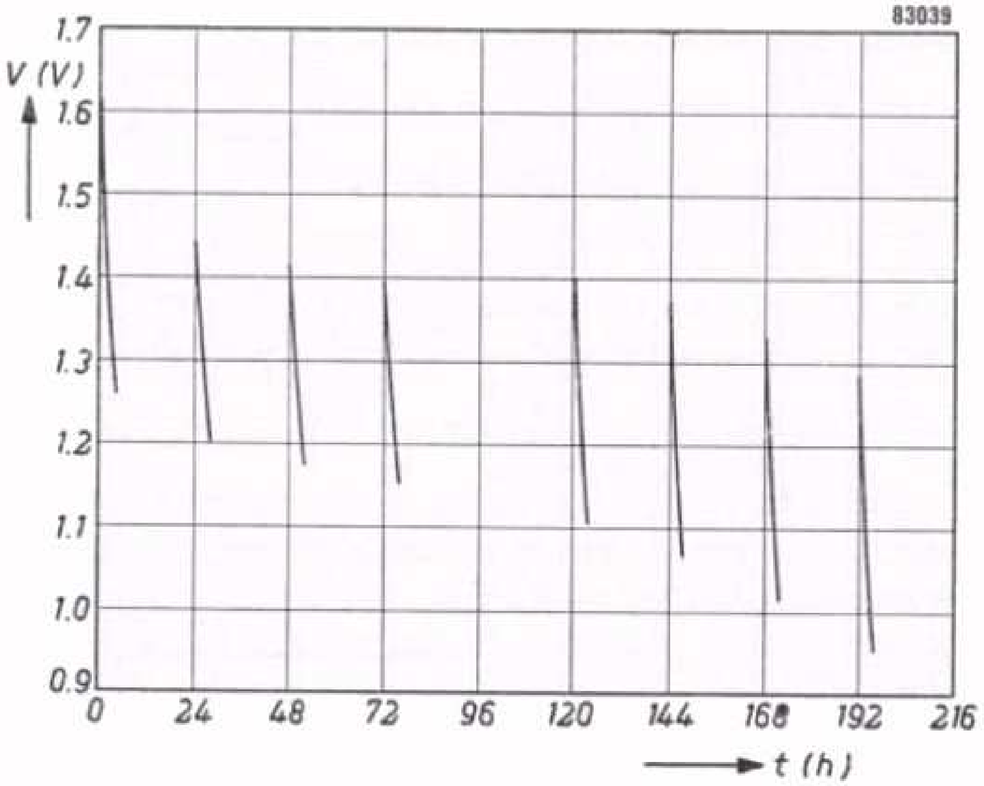


Fig. 148
Spanning van een 1,4 V droge cel van het Leclanché type. De cel wordt gedurende 4 uur per dag ontladen over een weerstand van 10 Ω; deze ontlading wordt gevolgd door een rustperiode in welke de cel regenereert.

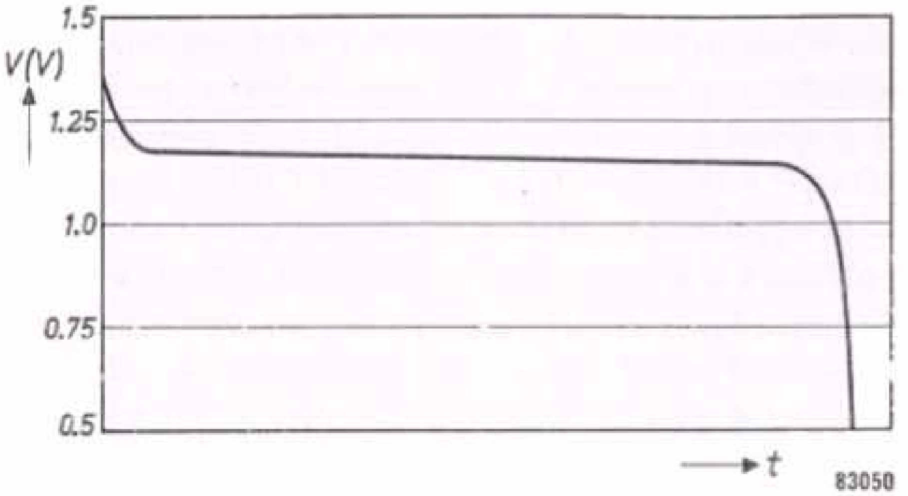


Fig. 149
Ontlaadkromme van een nikkel-cadmium cel.

ontlading nauwelijks hoger is dan 1,2 V en zij na enkele uren gebruik is gedaald tot beneden 1 V. Hieruit blijkt duidelijk hoe belangrijk het is, dat buizen voor batterijvoeding bij onderspanning goed blijven functionneren, maar ook is waar dat een stroombron die gedurende een lange tijd een spanning van 1,2 V levert, niet behoeft onder te doen voor een droge batterij met een veel hogere aanvangsspanning. De ontladingsgrafiek van een droge cel bij intermitterende ontlading is gegeven in fig. 148, terwijl de ontlaadkromme bij doorlopende ontlading van een nikkel-cadmium cel is gegeven in fig. 149.

Fig. 150 toont hoe men in een batterij-wisselstroomontvanger een dergelijke cel kan gebruiken. Bij netvoeding verkrijgt men de gloeispanning van een wikkeling van de transformator met gebruik van een seleencel voor de gelijkrichting.

De pulserende gelijkstroom wordt afgevlakt met een electrolytische conden-

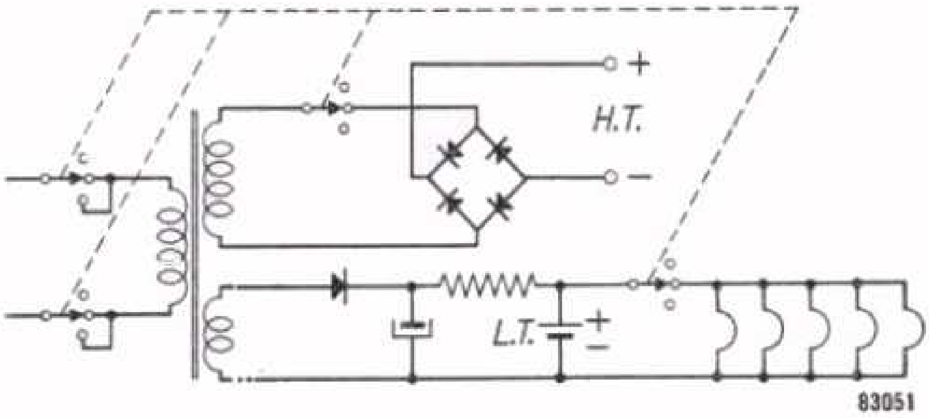


Fig. 150
Aansluitschema voor een nikkel-cadmium cel in een batterij-wisselstroomontvanger. De cel wordt bij wisselstroomvoeding als afvlakcondensator met een capaciteit van ongeveer 100 000 μF en tegelijk als spanningsstabilisator gebruikt. Bij batterijvoeding wordt de cel voor de gloeistroomvoeding gebruikt, en kan zij bovendien nog worden geladen vanuit het net, met behulp van de seleengelijkrichter en de voedingstransformator.

sator en via een weerstand toegevoerd aan de nikkel-cadmium cel, die drie functies heeft. Op de eerste plaats in het een buffer-accu, die de gloeispanning nooit hoger laat worden dan ongeveer 1,3 V (de spanning van een dergelijke cel in geladen toestand), ook niet als de belasting verandert door het uittrekken van een buis bij aangesloten apparaat of het defect raken van een gloeidraad. Op de tweede plaats fungeert de cel als een afvlakcondensator, die in deze functie een capaciteit heeft van ongeveer 100 000 μF of 0,1 F, dus een ongehoord grote waarde, waarbij van enige rimpel in de gelijkgerichte wisselspanning uiteraard niet veel overblijft. Afhankelijk van de stand van de schakelaar, kan de accu ook met de seleencel worden geladen als de ontvanger niet in gebruik is. Ten derde kan de accu dienen als gloeistroombron als de ontvanger wordt meegenomen naar plaatsen waar geen lichtnet bij de hand is. Daarvoor moet de schakelaar met enkele contacten worden uitgebreid, iets wat gevoeglijk aan de intelligente lezer kan worden overgelaten als hij een dergelijke ontvanger zou willen maken.

Een rechthoekige nikkel-cadmium cel van 34 x 34 x 60 mm heeft een capaciteit van ongeveer 1,7 AU, zodat een ontvanger, uitgerust met een complete serie D 96 buizen, hiermee 5 dagen kan worden gebruikt bij 3 uur bedrijf per dag, voordat de cel weer moet worden geladen. Is men langer van het lichtnet verstoken, dan kan een normaalcel parallel aan de accu worden aangesloten. De eerste ontlading van deze cel laadt de accu gedeeltelijk. Hierdoor blijft de gloeispanning 1,2 V, en de totale afgenomen stroom is dienovereenkomstig lager dan wanneer alleen de normaalcel wordt aangesloten. Dit heeft tot gevolg dat de combinatie van nikkel-cadmium cel en normaalcel een langere gebruiksduur geeft dan de cellen afzonderlijk.

Serievoeding van de gloeidraden

Algemene beschouwing

Serieschakeling van de gloeidraden biedt de enige practische oplossing van het voedingsprobleem als de gloeidraden door de hoogspanningsbron moeten worden gevoed. De gloeistroom moet dan door middel van een serieweerstand worden ingesteld op een iets verlaagde waarde, nl. 24 mA in geval van 25 mA buizen, en 48 mA wanneer 50 mA buizen worden gebruikt. Deze instelling moet bij nominale netspanning binnen 2% nauwkeurig geschieden. Dit verlagen van de gloeistroom is nodig om te voorkomen dat de gloeidraden worden overbelast bij overspanning van het net. De gloeispanning zal nu per buis gemiddeld 1,3 V zijn voor 25 mA buizen, en 1,32 V voor 50 mA buizen. De waarde van de serieweerstand wordt nu bij gebruik van 25 mA buizen met wolfraam gloeidraden:

$$R_{sW} = \frac{V_b - 1{,}3\ n}{24} (\mathrm{k}\,\Omega);$$

en voor 50 mA buizen met nikkelen gloeidraden krijgen we:

$$R_{sNi} = \frac{V_b - 1{,}32\ n}{48} \mathrm{k}\,\Omega).$$

V_b is hierin de voedingsspanning, en n is het aantal gloeidraden dat in serie wordt geschakeld. Het verdient aanbeveling de serieweerstand samen te stellen uit een vaste weerstand, die het grootste gedeelte van de spanningsval opneemt, en een regelbare weerstand waarmee de gloeistroom nauwkeurig wordt ingesteld. De voedingsspanning moet ten minste zeven maal de waarde hebben van de gezamenlijke gloeispanningen van de buizen, om de invloed van onderlinge verschillen in weerstandswaarde van de gloeidraden tot een minimum te beperken. De serieweerstand moet zodanig zijn gedimensionneerd, dat de normale werktemperatuur spoedig is bereikt.

Er wordt nadrukkelijk op gewezen, dat de *gloeistroom* moet worden ingesteld, en niet de gloeispanning over de keten, wat natuurlijk eenvoudiger zou zijn, daar voor de laatstgenoemde meting de keten niet behoeft te worden onderbroken voor het inschakelen van de meter. Van deze eenvoudige meting moet evenwel worden afgezien om de volgende reden:

De waarde van de weerstand van de gloeidraden van batterijbuizen is niet constant. Dit geldt in het bijzonder voor de 25 mA buizen. Gedurende de eerste vijf minuten bedrijf neemt de weerstand enigszins af; daarna neemt hij weer toe, tot na ongeveer vijf of zes uren een stabiele waarde is bereikt. Het afregelen van de serieweerstand met behulp van een spanningsmeting zou dientengevolge tot een totaal verkeerde instelling leiden en een te hoge gloeistroom veroorzaken, waardoor de levensduur van de buizen ongunstig zou worden beïnvloed. Daar, zoals we reeds eerder opmerkten, de stroom in de keten vrijwel geheel afhankelijk is van de waarde van de serieweerstand, zal afregelen op gloeistroom aan dit euvel niet mank gaan.

De serieketen van gloeidraden kan natuurlijk ook met een batterij worden gevoed, met zoveel cellen van het Leclanché type als er gloeidraden in de keten zijn. Een andere mogelijkheid bestaat in het voeden door middel van een loodaccu. De berekening moet dan weer zijn gebaseerd op een spanning van 1,3 V per gloeidraad; de accuspanning kan men op 2 V per cel rekenen, als de batterij tijdens het bedrijf niet wordt geladen. Wanneer dat wél het geval is, moet men de spanning op 2,3 V per cel rekenen. Wordt een serieweerstand in de keten opgenomen, dan mag deze 5% tolerantie hebben, en ze moet door een passende condensator worden ontkoppeld, om ongewenste koppeling van de verscheidene kringen via deze weerstand te vermijden.

Eventueel mogen de buizen van de 25 mA serie worden gebruikt in een 50 mA keten, tezamen met buizen van de 50 mA serie. In dat geval moet men zoveel mogelijk twee typen, waarvan de emissiestroom van overeenkomstige waarde is, parallel schakelen, bij voorbeeld een DK 96 met een DF 96, en een DM 70 met een DAF 96. Worden twee buizen DL 96 in zulk een keten opgenomen, dan moeten de beide gloeidraadhelften van iedere buis in serie worden geschakeld, en de beide buizen parallel in de keten worden opgenomen. De middencontacten van beide gloeidraden moeten ook met elkaar worden verbonden.

Over het algemeen kunnen dergelijke schakelingen evenwel niet worden

aanbevolen. Het defect raken van een gloeidraad heeft onherroepelijk gloeidraadbreuk van de parallel geschakelde buis tot gevolg. Ook zal gloeidraadbreuk optreden als men bij ingeschakeld toestel een buis verwijdert.

Compensatie van de emissiestroom

Er is reeds meermalen op gewezen, dat bij serieschakeling van gloeidraden maatregelen genomen moeten worden om te voorkomen dat de gloeistroom van een buis ontoelaatbaar toeneemt door de emissiestroom van de overige buizen in de keten. De verdeling van deze emissiestroom langs de gloeidraad is niet gelijkmatig. Dit kan worden verklaard aan de hand van fig. 151. In deze figuur stelt f de gloeidraad voor, en V_g de roosterspanning, die, zoals reeds vermeld, toeneemt in de richting van het positieve eind van de gloeidraad. Een deel van de electronen die in de gloeistroomketen vloeien, zullen de gloeidraad verlaten en in de richting van de positieve anode vloeien. De dichtheid van deze electronenstroom zal groter zijn in de nabijheid van punt a dan in die van punt b Dit wordt weer enigszins gecompenseerd door het feit dat de gloeidraad afkoelt door de arbeid die nodig is om electronen uit het oppervlak te stoten. Deze afkoeling is weer groter nabij punt a dan bij punt b. Ten gevolge van deze effecten is de emissiestroom ongelijkmatig langs de gloeidraad verdeeld, en de berekening van de weerstanden die deze stroom moeten compenseren is op de volgende redenering gebaseerd.

In fig. 152 zien we een buis in een denk-

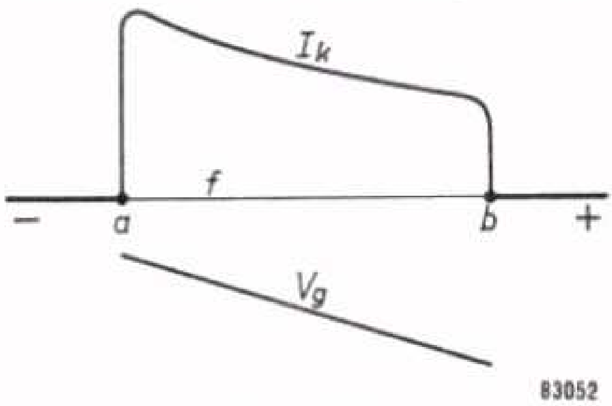
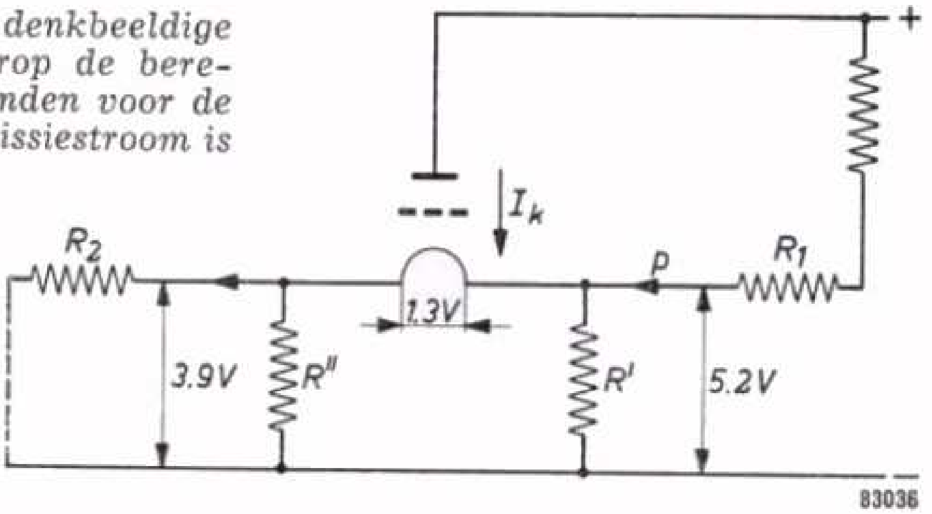


Fig. 151
Schematische voorstelling van de emissiestroom (I_k) in een batterijbuis. Het negatieve einde van de gloeidraad in de nabijheid van a draagt een groter deel aan de totale emissiestroom bij dan het positieve einde in de nabijheid van b. Dit komt, omdat het rooster meer negatief is ten opzichte van het positieve einde dan ten opzichte van het negatieve.

Fig. 152
Schakeling van een denkbeeldige gloeistroomketen, waarop de berekening van de weerstanden voor de compensatie van de emissiestroom is gebaseerd.



beeldige gloeistroomketen, waarin R_1 enR_2 de weerstand van de gloeidrade andere buizen voorstellen. De ingaande stroom in punt p wordt verondersteld de voorgeschreven waarde van 24 mA of van 48 mA, afhankelijk van de gebruikte buizen, te hebben. Om de emissiestroom I_k van iedere buis te compenseren, moeten de weerstanden R′ en R″ een zodanige waarde hebben, dat bij 25 mA buizen met wolfraam gloeidraden, 1/5 I_k wordt opgenomen door R′, en 4/5 I_k door R″. Bij 50 mA buizen met nikkelen gloeidraden moet 1/3 I_k worden opgenomen door R′, en 2/3 I_k door R″.[1]) Met andere woorden, als het volgnummer van de beschouwde gloeidraad, gerekend vanaf de negatieve kant van de keten, n wordt genoemd, en de weerstanden aan de positieve en de negatieve kant van de gloeidraad respectievelijk zijn weergegeven door R′ en R″, dan is de waarde van deze weerstanden bij een 25 mA

$$R'_W = \frac{1{,}3\ \mathrm{n}}{1/5\, I_k} = \frac{6{,}5\ \mathrm{n}}{I_k},$$

en

$$R''_W = \frac{1{,}3(\mathrm{n}-1)}{4/5\ \mathrm{I}_k} = \frac{1{,}62(\mathrm{n}-1)}{\mathrm{I}_k},$$

terwijl de waarden voor de weerstanden bij een 50 mA nikkelen gloeidraad zijn:

$$\mathrm{R}'_{Ni} = \frac{1{,}32}{1/3\ I_k} = \frac{4\mathrm{n}}{I_k}$$

en

$$\mathrm{R}''_{Ni} = \frac{1{,}32(\mathrm{n}-1)}{2/3\ I_k} = \frac{2(\mathrm{n}-1)}{I_k}$$

Hierin zijn de weerstanden uitgedrukt in k Ω, en de emissiestroom van de beschouwde buis in mA.

In de practijk zullen de aldus berekende weerstanden twee aan twee worden gecombineerd, daar de weerstand R′ van iedere buis kennelijk parallel komt aan de weerstand R″ van de volgende. Het zal daarom gemakkelijker zijn de spanning op ieder punt waar twee gloeidraden bij elkaar komen te bepalen en deze waarde te delen door de som van de gedeelten van de emissiestroom die door elke aangrenzende buis worden geleverd.

Deze werkwijze zal worden gedemonstreerd voor een ontvanger die is uitgerust met de buizen DAF 96, DK 96, DF 96, DM 70 en DL 96 van de 25 mA serie (zie fig. 153).

---

[1]) Strikt geredeneerd zou, als we de emissiestroom van de D 96 buizen gemiddeld op 2,5 mA stellen, de gloeidraadketen moeten worden berekend op een stroom van:

$$24 - \frac{2{,}5}{5} = 23{,}5\ \mathrm{mA}.$$

Daar evenwel ten gevolge van de AGR. de gemiddelde emissiestroom lager is dan 2,5 mA, en bovendien een kleine overspanning op de gloeidraden voor de goede werking van het apparaat minder bezwaarlijk is dan onderspanning, moet de serie-gloeidraadketen, toch voor 24 mA gloeistroom, bij nominale voedingsspanning, worden ontworpen.

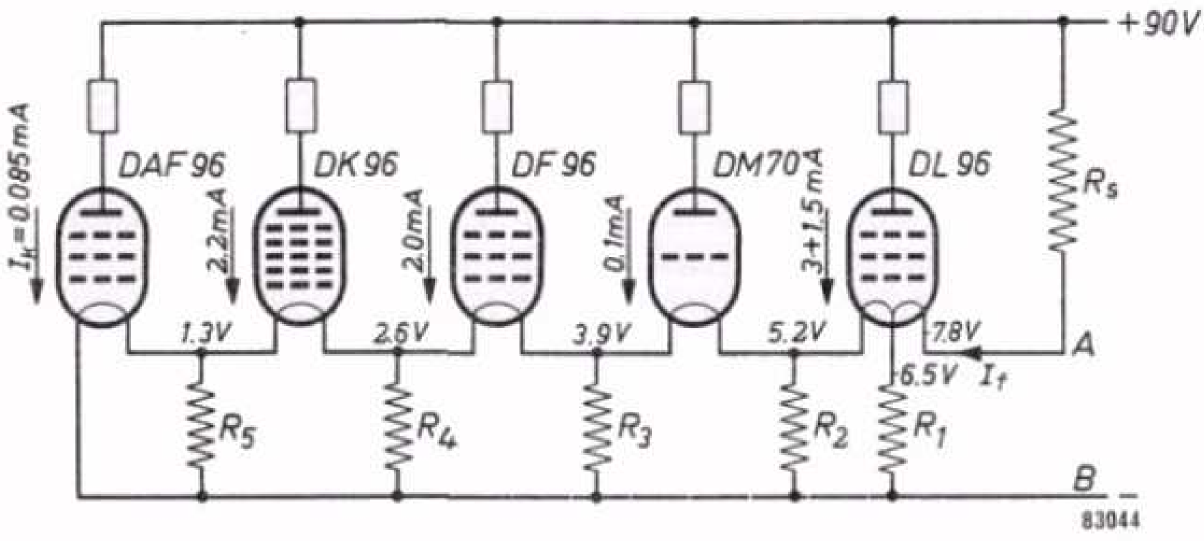


Fig. 153

Schakeling van een gloeistroomketen met compensatieweerstanden voor de emissiestroom.

Zoals reeds werd opgemerkt, moet de serieweerstand R_s zó worden gekozen, dat een stroom van 24 mA door de keten vloeit. De spanning tussen de punten A en B is dan 6 × 1,3 = 7,8 V, en de spanning over R_1: 5 × 1,3 = 6,5 V. De stroom door deze weerstand is 4/5 x 1,5 mA in de rechter helft van de DL 96 gloeidraad en 1/5 x 3 mA in de linker gloeidraadhelft. We vinden dus voor de weerstand een waarde van:

$$R_1 = 6{,}5 : (4/5 \times 1{,}5 + 1/5 \times 3) = 3{,}61 \text{ k}\Omega.$$

Als we de andere weerstanden op gelijke wijze berekenen, vinden we de volgende waarden:

$$R_2 = 5{,}2 : (4/5 \times 3 + 1/5 \times 0{,}1) = 2{,}15 \text{ k}\Omega,$$
$$R_3 = 3{,}9 : (4/5 \times 0{,}1 + 1/5 \times 2) = 8{,}12 \text{ k}\Omega,$$
$$R_4 = 2{,}6 : (4/5 \times 2 + 1/5 \times 2{,}2) = 1{,}27 \text{ k}\Omega \text{ en}$$
$$R_5 = 1{,}3 : (4/5 \times 2{,}2 + 1/5 \times 0{,}085) = 0{,}73 \text{ k}\Omega.$$

Worden standaard 10% weerstanden van de R.T.M.A. reeks of van de R 12 reeks gebruikt, dan zal men altijd een type kunnen vinden dat de berekende waarde voldoende benadert. Weerstanden van de Duitse DIN 41 400 reeks hebben echter maar tien typen in een decade, en daarom zal men met deze weerstanden de berekende waarde niet voldoende kunnen benaderen. Van deze reeks moeten dus de 5% weerstanden worden gekozen.

Er moet rekening mee worden gehouden, dat de weerstanden de stroom moeten kunnen voeren die gaat vloeien wanneer de gloeistroomketen wordt onderbroken, wanneer bijvoorbeeld een van de buizen uit de houder wordt getrokken bij ingeschakeld apparaat. De spanning over de weerstanden kan dan de normale bedrijfsspanning aanzienlijk te boven gaan. Electrolytische ontkoppelcondensatoren, die in de gloeistroomketen worden gebruikt, moeten eveneens op deze hogere spanning zijn berekend.

In plaats van weerstanden die de emissiestroom naar de gemeenschappelijke negatieve verbinding afvoeren, kan men, om het gewenste effect te bereiken,

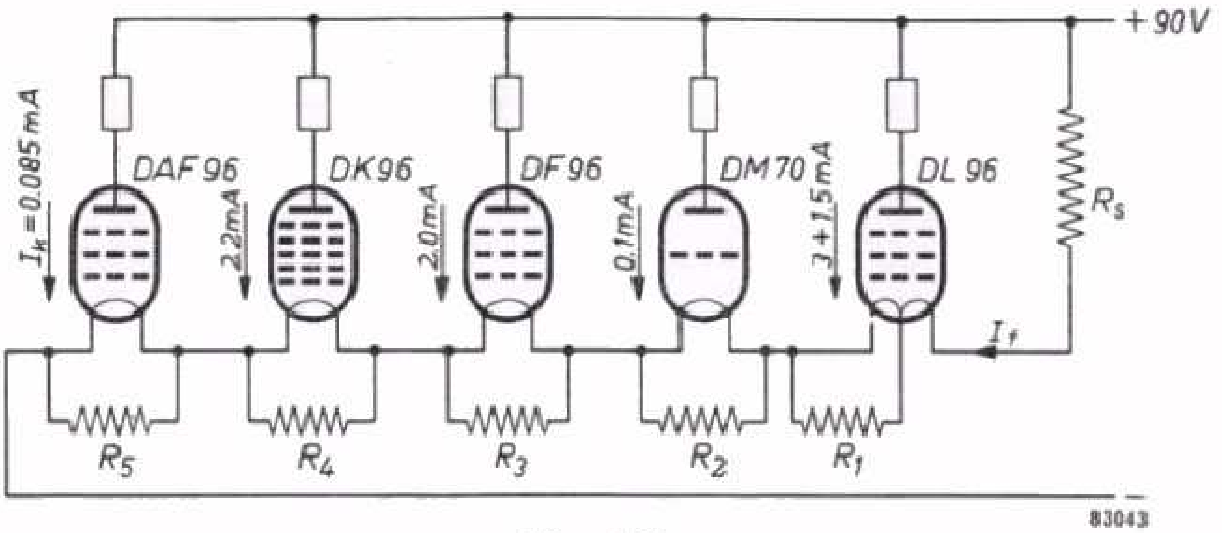


Fig. 154
Schakeling van een gloeistroomketen met parallelweerstanden voor compensatie van de emissiestroom.

ook weerstanden parallel schakelen aan iedere gloeidraad. De berekening van deze parallel weerstanden komt overeen met die van de afleidweerstanden. Voor buizen met 25 mA wolfraamgloeidraden hebben ze een waarde:

$$R_W = \frac{1300}{4/5\ Ik_{(n-1)} + 1/5\ Ik_{(n)}},$$

terwijl voor buizen met 50 mA nikkelen gloeidraden de waarde is:

$$R_{Ni} = \frac{1320}{2/3\ Ik_{(n-1)} + 1/3\ Ik_{(n)}}$$

In deze formules stelt $Ik_{(n-1)}$ de emissiestroom voor van de voorgaande buis in de keten, en $Ik_{(n)}$ de emissiestroom van de te beschouwen buis, beide uitgedrukt in mA. Daar de „ingaande" stroom op de juiste waarde is ingesteld door middel van de serieweerstand, behoeft de eerste gloeidraad die daarop volgt niet door een weerstand te worden overbrugd.

We zullen aan de hand van fig. 154 een voorbeeld van berekening geven voor dezelfde buizenserie als in het voorgaande voorbeeld. De serieweerstand R_s moet weer zó worden gekozen, dat een stroom van 24 mA door de gloeidraadketen vloeit, zodat de nominale gloeispanning 1,3 V per gloeidraad bedraagt.

De stroom door R_1 wordt verondersteld 4/5 x 1,5 mA te bedragen, en afkomstig te zijn van de rechter gloeidraadhelft van de DL 96, plus 1/5 x 3 mA, afkomstig van de linker gloeidraadhelft van deze buis. De spanning over R_1 is uiteraard 1,3 V, zodat we voor de weerstand een waarde vinden van:

$$R_1 = \frac{1300}{4/5 \times 1{,}5 \times 1/5 \times 3} = 720\ \Omega.$$

Bij het berekenen van de volgende weerstanden moeten we in acht nemen, dat de emissiestroom van de voorgaande buizen ook door de volgende weerstanden vloeit. Deze weerstanden worden dus als volgt berekend:

$$R_2 = \frac{1300}{I_{R2}} = \frac{1300}{4/5 \times 3 + 1/5 \times 0{,}1 + I_{R1}} = 308\ \Omega,$$

pagina 140 ontbreekt in de scan

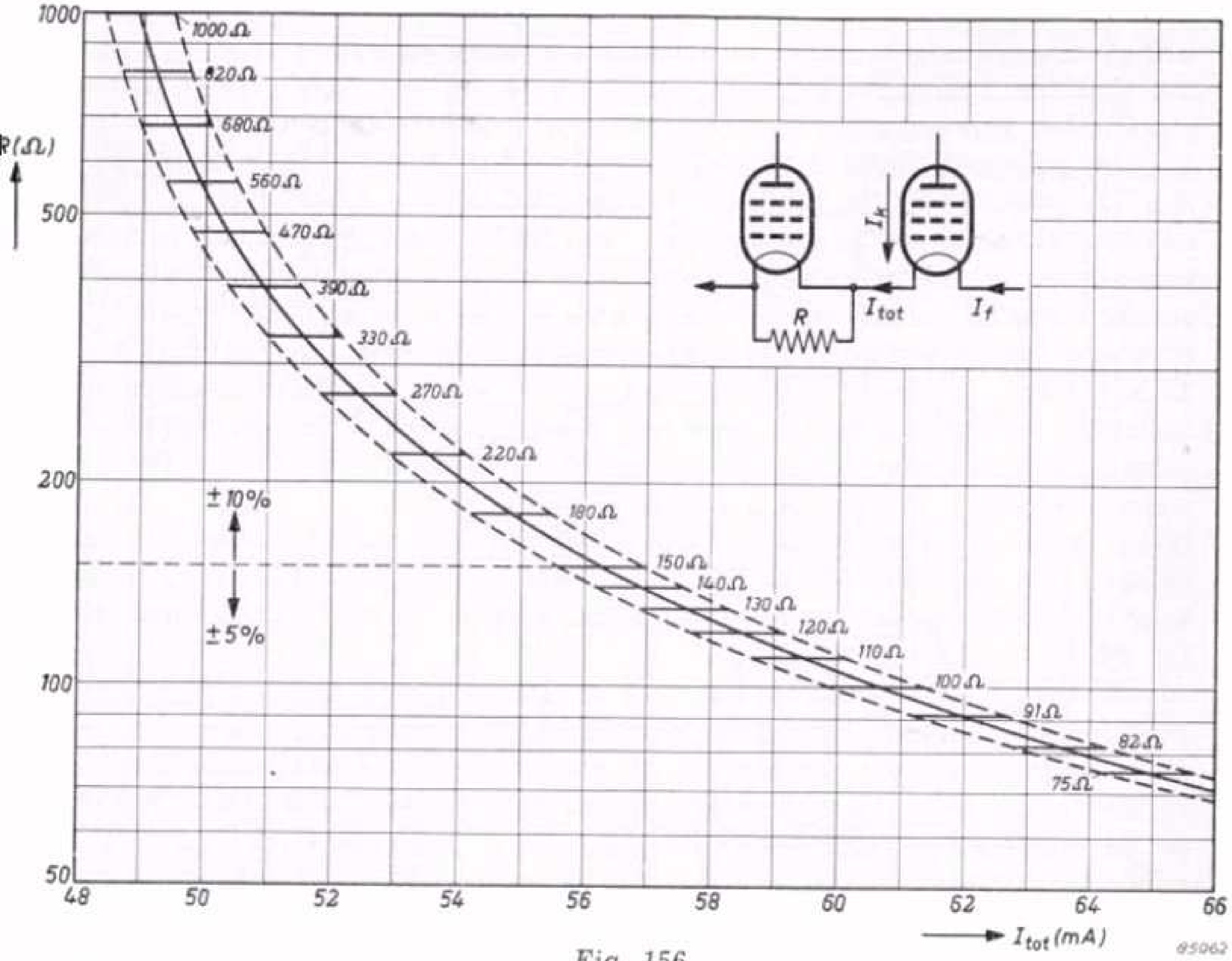


Fig. 156
Gelijksoortige grafiek als in fig. 155, doch thans voor buizen van de 50 mA serie. De nominale waarde van de gloeistroom is thans 48 mA.

2,0 = 0,4 mA, en 1/3 x 2,0 = 0,67 mA voor de beide soorten. De getrokken lijn correspondeert met de nominale gloeispanning voor serievoeding, terwijl de streeplijnen de hoogste en de laagste toelaatbare weerstandswaarden aangeven, waarbij rekening is gehouden met netspanningsvariaties, spreiding in de gloeidraden van de buizen en toleranties van de weerstanden.
Opdat men altijd een weerstand zal kunnen vinden die voldoende de vereiste waarde benadert, moeten standaard 5% weerstanden van de R.T.M.A. reeks of van de R 24 reeks worden gebruikt voor waarden beneden 330 Ω, bij 25 mA buizen, en beneden 150 Ω bij 50 mA buizen. Voor de hogere waarden kunnen standaard 10% weerstanden worden gebruikt (R.T.M.A. of R 12 reeks). Deze weerstanden zijn als horizontale lijntjes met de bijbehorende waarden in de grafieken opgenomen. Weerstanden van de DIN 41 400 reeks kunnen niet goed als parallelweerstanden worden gebruikt, daar zij als regel niet de mogelijkheid bieden de gewenste waarden voldoende te benaderen.

Negatieve roosterspanning

Wanneer voor de gloeistroomvoorziening en de hoogspanning gecombineerde

batterijen worden gebruikt, kan de negatieve roosterspanning voor de eindbuis worden verkregen uit de spanningsval over de in serie geschakelde gloeidraden van de andere buizen. Speciale maatregelen behoeven niet te worden genomen, omdat de gloeispanning, en dus de negatieve roosterspanning, gelijktijdig met het uitputten van de anodebatterij zullen dalen. Vooral in een ontvanger met 50 mA buizen is het gebruik van gecombineerde batterijen evenwel erg oneconomisch, omdat de gloeistroombatterij meestal veel eerder is uitgeput dan de anodebatterij, zodat de gehele batterij al moet worden afgedankt terwijl ze nog anodestroom zou kunnen leveren. In ontvangers met 25 mA buizen is de situatie gunstiger, maar om het volle profijt van de batterijen te trekken, is het toch wel gewenst afzonderlijke batterijen te gebruiken. Men is dan ook niet van bepaalde merken, die in een vacantieoord misschien niet te krijgen zijn, afhankelijk.

Het gebruik van aparte batterijen brengt evenwel een probleem mee, dat zal worden behandeld aan de hand van het ontwerp van een gloeistroomketen voor een BGW ontvanger die is uitgerust met de 25 mA buizen DAF 96, DK 96, DF 96, DM 70 en DL 96.

Als de negatieve roosterspanning voor de DL 96 wordt afgenomen van de spanningsval in de gloeistroomketen (zie fig. 157) zal deze negatieve roosterspanning in hoge mate afhankelijk zijn van de conditie waarin deze batterij verkeert. Zijn beide batterijen nieuw, dan zal de roosterspanning ongeveer de vereiste waarde hebben van 4 x 1,5 = 6 V. De anode- en de schermroosterspanning zijn dan 90 V. Gedurende het gebruik van de ontvanger zullen de gloeispanning, zowel als de hoogspanning, gaandeweg dalen, zodat het toestel goed zal functionneeren, tot de gloeispanning is gedaald tot ongeveer 1,1 V per cel, en de gloeistroombatterij wordt vernieuwd. De hoogspanning is inmiddels gedaald tot ongeveer 70 V. Bij een schermroosterspanning van 70 V en een negatieve roosterspanning van 6,0 V, zal de DL 96 vrijwel geheel zijn afgeknepen, zodat het uitgangsvermogen tot een onaccepteerbaar lage waarde zal dalen.

Aan de andere kant, als een nieuwe anodebatterij wordt gebruikt met een bijna uitgeputte gloeistroombatterij, zal het gecombineerde resultaat van een hoge schermroosterspanning en een lage negatieve roosterspanning zijn een te hoge anodestroom in de buis, die de als maximum toelaatbare waarde aanzienlijk zou overschrijden, met als gevolg een te korte levensduur van de eindbuis. Daarom kan de schakeling van fig. 157 alleen worden aanbevolen als een gecombineerde batterij wordt gebruikt.

Een andere oplossing zou zijn, de gloeidraad van de DL 96 aan de aardzijde van de gloeidraadketen te plaatsen; de negatieve roosterspanning zou dan op de gebruikelijke wijze kunnen worden verkregen door middel van een weerstand in de negatieve verbinding met de anodebatterij (zie fig. 158). Daar evenwel de totale door de anodebatterij geleverde stroom vermindert met de AGR, zal er een overeenkomstige vermindering van negatieve roosterspanning zijn voor de eindbuis. Bovendien zal de negatieve kant van de

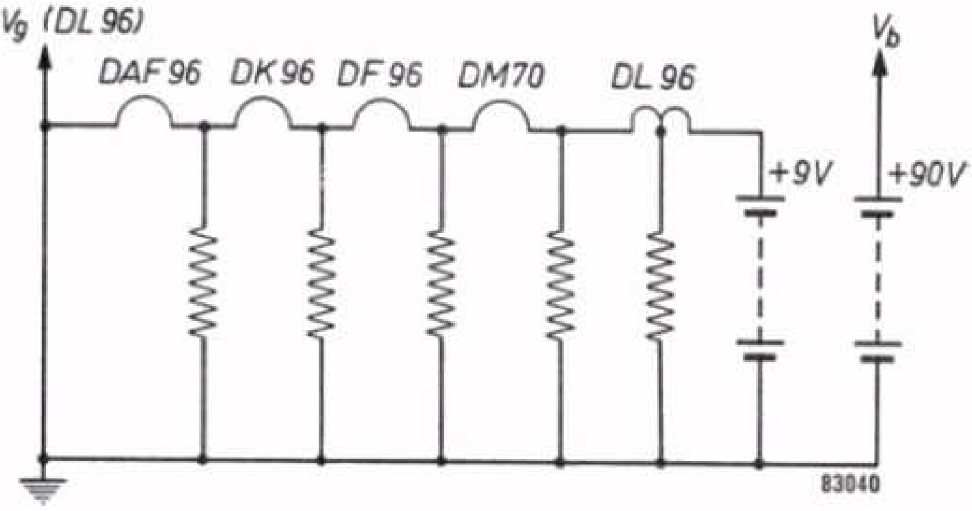


Fig. 157
Overwogen schakeling voor een gloeistroomketen met de buizen DAF 96, DK 96, DF 96, DM 70 en DL 96. De negatieve roosterspanning voor de eindbuis wordt afgenomen van de spanningsval over de gloeistroomketen.

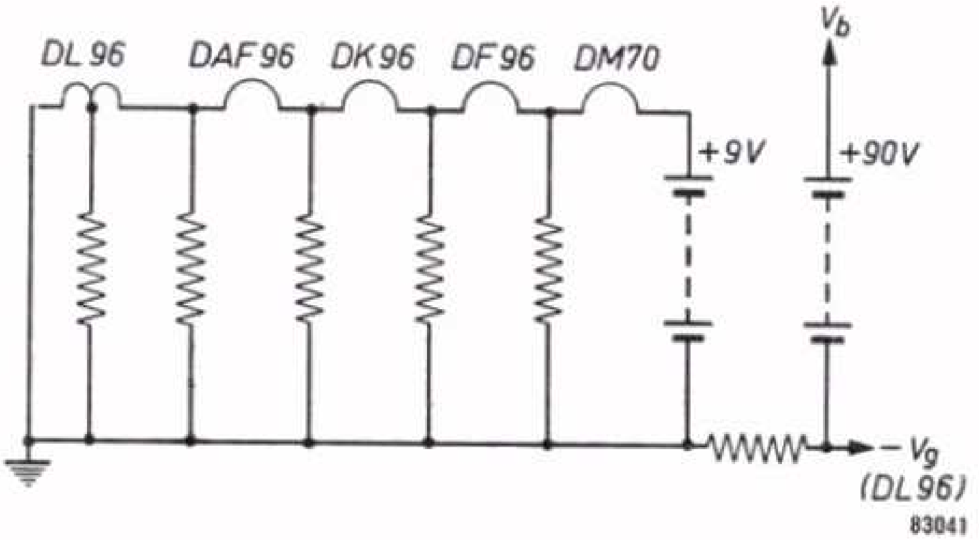


Fig. 158
Gewijzigde schakeling voor een gloeistroomketen met 25 mA buizen. De negatieve roosterspanning voor de eindbuis is in zeer geringe mate afhankelijk van de toestand van de gloeistroombatterij.

gloeidraad van de DAF 96 op een positieve spanning van 2,6 V staan, wat moeilijkheden met zich brengt voor de potentiometer voor de AGR, terwijl de indicatie van de DM 70 sterk achteruit gaat. Verder kunnen moeilijkheden worden verwacht door het feit dat de DAF 96 en de DL 96, die nu naast elkaar in de keten zijn opgenomen, als een multivibrator gaan werken, waarbij de gloeidraden van de DL 96 werken als gemeenschappelijke katodeweerstand. Weliswaar kan het optreden van relaxatietrillingen worden voorkomen door de gloeidraad van de DL 96 te ontkoppelen, maar de electrolytische condensator daarvoor moet een waarde hebben van 500 μF, en daar deze, in verband met onderbreking van de gloeidraadketen een doorslagspanning van 30 V moet hebben, wordt dit een onderdeel van onplezierige afmetingen. Al deze overwegingen hebben geleid tot de schakeling die in fig. 159 is afgebeeld. De „afleid"weerstanden zijn alle verbonden met de negatieve aansluiting van de anodebatterij. Deze is echter niet op de gebruikelijke wijze verbonden met de negatieve zijde van de gloeistroombatterij, welke als regel geaard wordt. Door nu de lekweerstand van de eindbuis met de negatieve zijde van de anodebatterij te verbinden, wordt de spanning tussen het stuurrooster en de gloeidraad van deze buis hoofdzakelijk bepaald door de eigen katodestroom, in plaats van door de spanningval over de gloeidraden van de andere buizen, zoals in fig. 157. Ook is in deze schakeling de negatieve

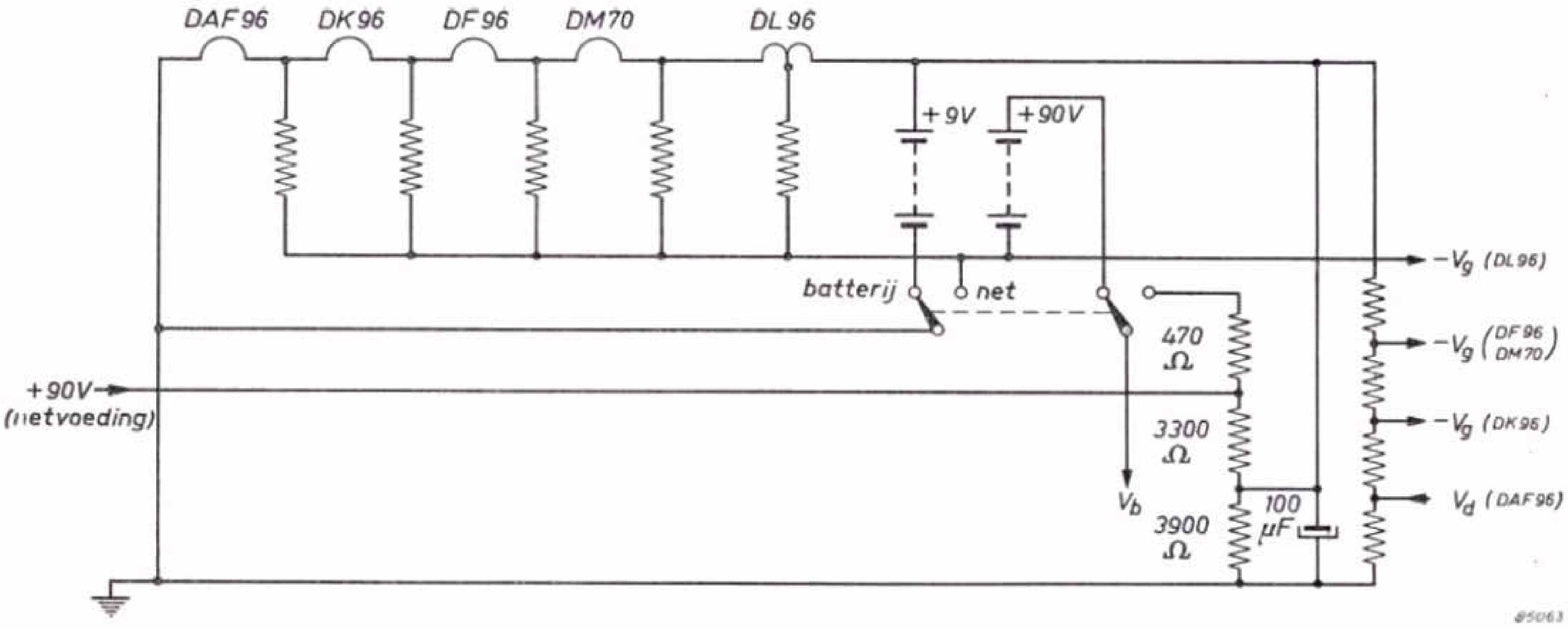


Fig. 159
Aanbevolen schakeling voor de gloeistroomketen in een BGW ontvanger met D 96 buizen. De spanning van de negatieve kant van de hoogspanningsbatterij ten opzichte van de gloeidraad van de DL 96, heeft een waarde die overeenkomt met de negatieve roosterspanning voor deze buis. De compensatieweerstanden moeten dienovereenkomstig worden berekend.

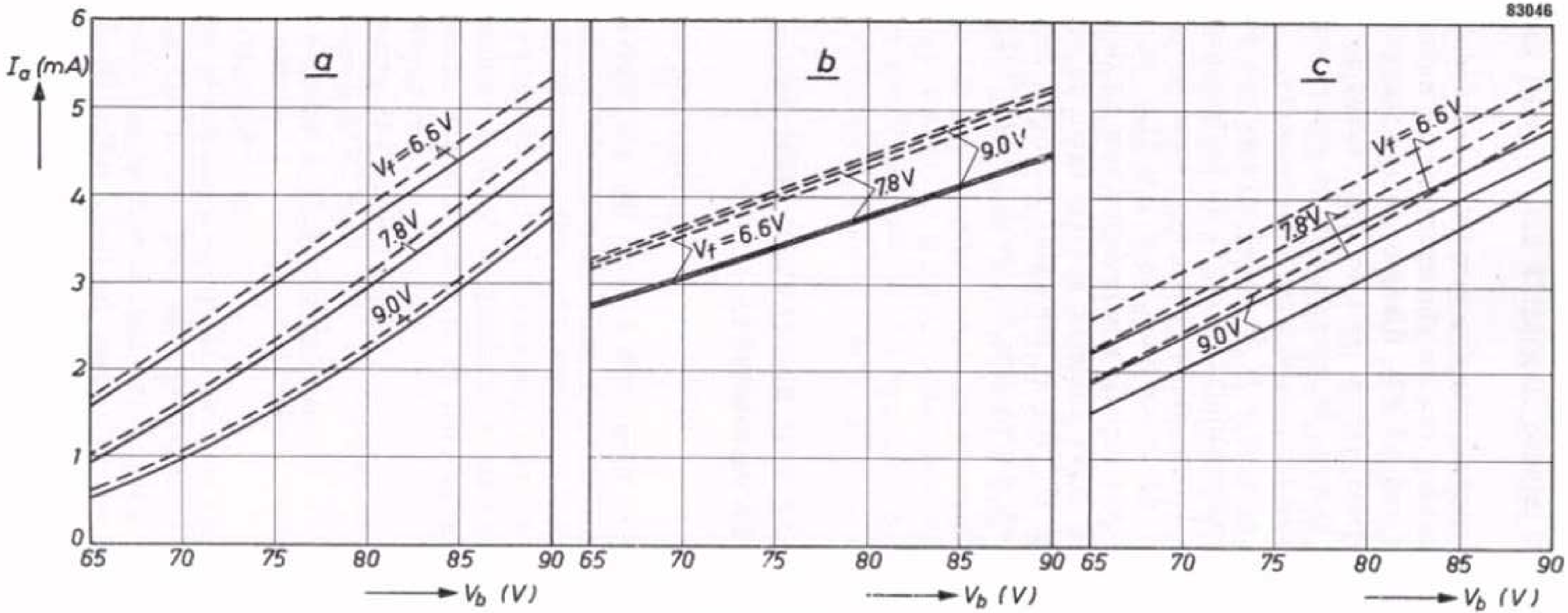


Fig. 160

Katodestroom (I_k) van de DL 96, als functie van de spanning van de anodebatterij (V_b) voor verschillende waarden van de gloeispanning. De grafieken (a), (b) en (c) corresponderen met de schakelingen, weergegeven respectievelijk in de figuren 157, 158 en 159. De getrokken lijnen komen overeen met een M.F. spanning van 0,3 V op de detectiediode, en de streeplijnen met een spanning van 5 V. In de schakeling van fig. 157 (grafiek a) kan de katodestroom onder ongunstige omstandigheden te hoge of te lage waarden aannemen. Dit is vermeden in de schakeling van fig. 158 (grafiek b). De nadelen van deze schakeling zijn evenwel groot; zij zijn in de tekst beschreven. In de aanbevolen schakeling van fig. 159 (grafiek c) blijft de katodestroom binnen redelijke grenzen.

roosterspanning van de DL 96 minder afhankelijk van de AGR dan in die van fig. 158.
Een bijzonderheid in deze schakeling, die los van het voorgaande staat, is dat de condensator voor afvlakking van de gloeispanning bij netvoeding is overbrugd met een weerstand van 3,9 k Ω. Hierdoor wordt voorkomen dat, bij onderbreking van de gloeidraadketen, een te hoge spanning over de condensator komt; bovendien kunnen de weerstanden en andere ontkoppelcondensatoren nu voor lagere spanning worden gedimensionneerd.
In de grafieken van fig. 160 *a*, *b* en *c* is de katodestroom van de DL 96 gegeven als functie van de anodespanning V_a, met de batterijspanning V_f als parameter. De getrokken lijnen gelden voor een wisselspanning van 0,3 V op de detectiediode, en de streeplijnen voor een M.F. signaal van 5,0 V, een en ander in ontvangers met de schakelingen van de figuren 157, 158 en 159. Uit deze grafieken blijkt duidelijk hoeveel beter de schakeling van fig. 159 is dan die van fig. 157. Als de genoemde moeilijkheden met de schakeling van fig. 158 er niet waren, zou de laatste schakeling evenwel de voorkeur verdienen.

pagina 147 ontbreekt in de scan

golfbereikschakelaar. Aan de andere kant zou op die wijze een gunstiger signaal-ruis verhouding zijn verkregen. Daar evenwel op de bereiken K.G. 2; M.G. en L.G. de impedantie van de antennekring veel hoger is dan de equivalente ruisweerstand van de mengbuis DK 92, zou H.F. versterking alleen op het bereik K.G. 1 van voordeel blijken te zijn. Een dergelijke verbetering rechtvaardigt niet de kosten van duurdere en extra onderdelen.

Het complete schakelschema is in fig. 161 gegeven. In dit schema is de golfbereikschakelaar in de stand voor het eerste kortegolfbereik getekend. De golfbereiken zijn:

K.G. 1	14,3— 47 m	(21—6.38 MHz)
K.G. 2	48— 159 m	(6,25—1,885 MHz)
M.G.	172— 570 m	(1750—525 kHz)
L.G.	795—2040 m	(377—147 kHz)

SCHEMABESCHRIJVING

1. De raamantenne

In dit ontwerp (Fig. 161, uitslagblad I) is gebruik gemaakt van een één-winding raam. In vergelijking met een raamantenne met een groot aantal windingen, heeft de hier gebruikte antenne het voordeel dat zij een kleine gevoeligheid heeft voor electrostatische storingen, wat vooral van belang is als de ontvanger met voeding uit het net wordt gebruikt. Bovendien is de koppeling tussen de verschillende ramen, die nodig zijn wanneer veelwindingen raamantennes worden gebruikt, vermeden.

In het golfbereik K.G. 1 is de totale zelfinductie van de antennekring op de juiste waarde gebracht door middel van de instelbare seriespoel L_2. In de andere golfbereiken is de zelfinductie van het raam opgetransformeerd door speciale transformatoren met een hoge primaire zelfinductie; hiervoor is het vijfvoudige van de zelfinductie van het raam voldoende. Andere belangrijke eigenschappen van deze transformatoren zijn: een hoge koppelingsfactor tussen primaire en secundaire, welke wordt verkregen door het gebruik van potkernen, en een hoge kwaliteit, bereikt door het gebruik van litzdraad voor de wikkelingen. In elk golfbereik kan de zelfinductie worden geregeld met de instelbare seriespoeltjes L_5, L_8 en L_{11}.

De in de raamantenne geïnduceerde spanning is:

$$V = \mu_0 O \omega H ,$$

$$\mu_0 = 4 \pi . 10^{-7} \frac{\text{V sec}}{\text{Am}}$$

waarin O = omsloten oppervlak in m², H = magnetische veldsterkte in A/m.

Het verband tussen de electrische en de magnetische veldsterkte kan worden uitgedrukt door:

$$F/H = 120 \pi ,$$

waarin F is uitgedrukt in V/m en H in A/m.

De spanning welke in de raamantenne wordt geïnduceerd kan dus als volgt worden uitgedrukt:

$$V = \mu_0 O \, \omega \, \frac{F}{120\,\pi} = \frac{2\,\pi\, f\, OF}{300 \times 10^6} = \frac{2\,\pi\, OF}{\lambda}.$$

Als de transformatieverhouding wordt voorgesteld door η en de kwaliteit van de gehele antennekring door Q, wordt de spanning op het derde rooster van de mengbuis

$$V_g = \frac{2\,\pi\, OF}{\lambda} nQ.$$

De afmetingen van de raamantenne zijn 0,255 x 0,320 m, en het omsloten oppervlak O is dus 0,075 m^2. In het middengolfgebied is de transformatieverhouding n = 18,2, en de kwaliteit van de gehele antenneketen Q is ongeveer 40. De signaalspanning op het derde rooster van de mengbuis, opgewekt door een zender op een golflengte van 300 m en die een veldsterkte geeft van 10/μV/m, is:

$$V_g = \frac{2\pi \times 0{,}075 \times 10}{300} \times 18{,}2 \times 40 = 11{,}4\ \mu\text{V}.$$

Dit bedrag kan worden vergeleken met een signaalspanning die is verkregen van een normale capacitieve antenne. De effectieve hoogte van de doorsnee capacitieve antenne is ongeveer 0,5 m, en voor dezelfde zender zou de verkregen signaalspanning zijn:

$$V = F \,.\, h = 10 \times 0{,}5 = 5\ \mu\text{V}.$$

Aangenomen dat met de capacitieve antenne een opslingering van 2 wordt verkregen, dan is de signaalspanning aan het rooster van de mengbuis 10 μV. Uit het bovenstaande volgt dat met de raamantenne de gevoeligheid in het middengolfbereik ongeveer gelijkwaardig is aan die welke met een normale buitenantenne wordt bereikt.

De spanning die in de raamantenne wordt geïnduceerd is onafhankelijk van de doorsnede van de draad, maar de zelfinductie neemt af met toenemende draaddoorsnede. Om een hoge transformatieverhouding te kunnen toelaten, moet de zelfinductie laag worden gehouden, en daarom is voor het één-winding raam een aluminium band met een doorsnede van 20 x 2 mm gebruikt. De transformatieverhouding is gelijk aan de vierkantswortel van het quotiënt van de zelfinductie die over de afstemcondensator moet staan, en van de parallelschakeling van de zelfinductie van het raam en die van de primaire van de transformator.

In een ontvanger met een normale capacitieve antenne staat de M.F. zeefkring gewoonlijk tussen de antenne- en de aardaansluiting. Dit is in dit ontwerp natuurlijk niet mogelijk, en daarom is deze zeefkring parallel aan de afstemcondensator geschakeld.

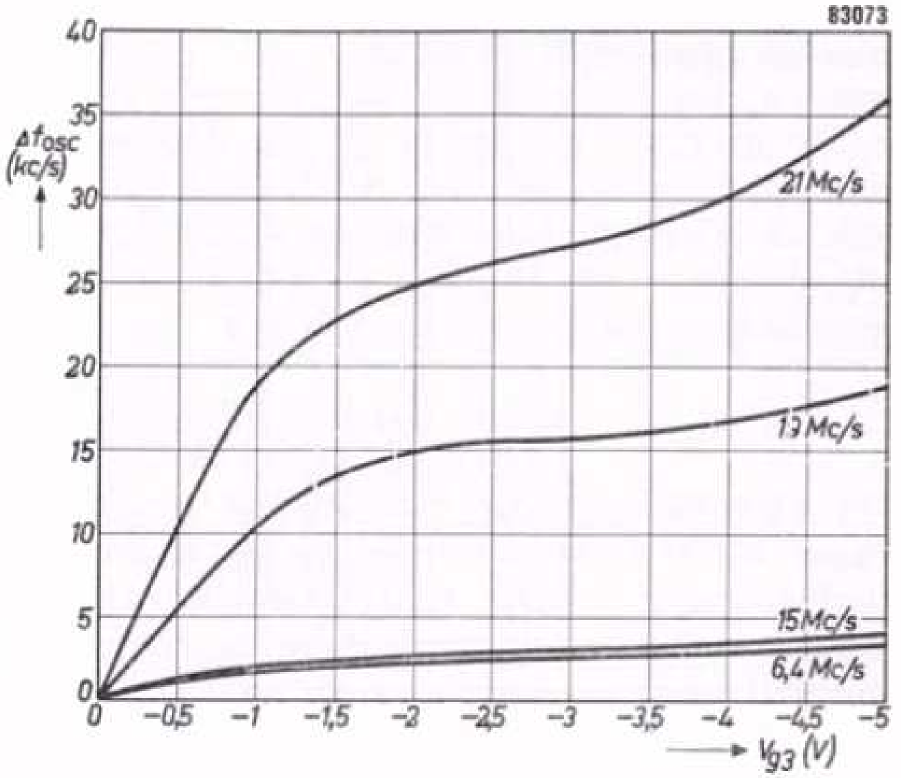


Fig. 162
Frequentieverschuiving van de oscillator als gevolg van de A.G.R. voor verscheidene signaalfrequenties.

2. De mengtrap.

Daar de werking van de mengbuis reeds uitvoerig is behandeld in de beschrijving van de DK 92, is het voldoende hier een aantal krommen te geven, en een beschrijving die het gedrag in de verschillende golfbereiken illustreert.

In fig. 162 is de frequentieverschuiving uitgezet tegen de regelspanning op het derde rooster, geleverd door de automatische versterkingsregeling. Als op het bereik K.G. 1, op 21 MHz, de regelspanning verandert van nul tot —5 V, is de frequentieverschuiving 36 kHz. Op 19 MHz is de verschuiving al gereduceerd tot 19 kHz, terwijl zij op 15 MHz (20 m) nog slechts 4 kHz is, wat een buitengewoon lage waarde is voor een batterijheptode. Op de hoogste frequentie van het bereik K.G. 2, dat is op 6,4 MHz, is de frequentieverschuiving ongeveer 3,5 kHz voor dezelfde regelspanning, en op de frequenties van 5,5 MHz en lager is de verschuiving minder dan 1 kHz.

Hieruit blijkt wel, dat in het gehele bereik van 48—159 m (6,25—1,885 MHz) de verschuiving van de oscillatorfrequentie ten gevolge van de AGR voldoende gering is. Dit is ook het geval voor het bereik van 14,3 tot 47 m, voor golflengten tussen 20 en 47 m, maar beneden de 20 m beïnvloedt de AGR de afstemming van de ontvanger ongunstig. Of dit, in verband met het voordeel van AGR op de mengbuis in dit bereik, als een belangrijk nadeel moet worden beschouwd, is een kwestie van persoonlijke smaak. De frequentieverschuiving van de oscillator kan natuurlijk worden vermeden door het uitschakelen van de AGR in het bereik K.G. 1. In de hier beschreven ontvanger is AGR op alle bereiken toegepast.

In fig. 163 is het meetrekken van de oscillatorfrequentie uitgezet tegen de

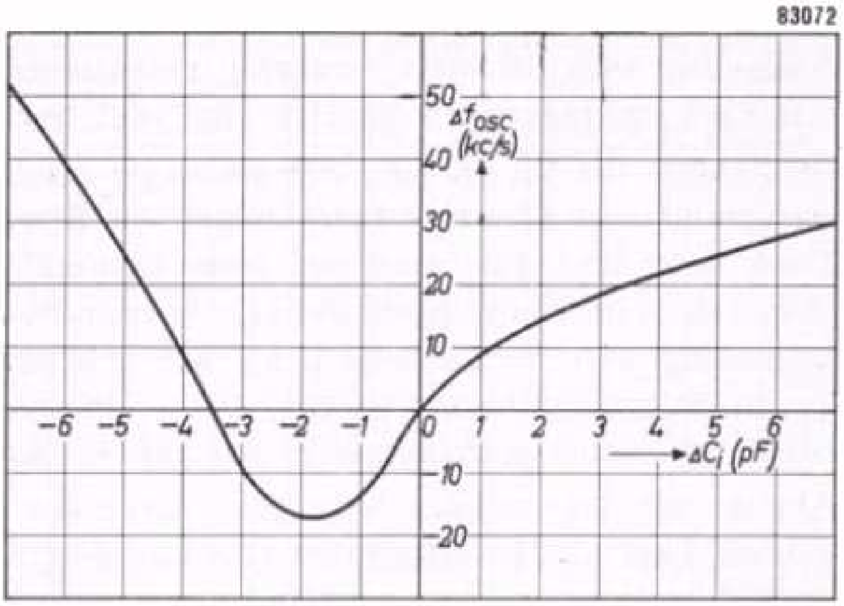


Fig. 163
Meetrekken van de oscillatorfrequentie uitgezet tegen de capaciteitsvariatie in de ingangskring, voor een oscillatorfrequentie van 20 MHz.

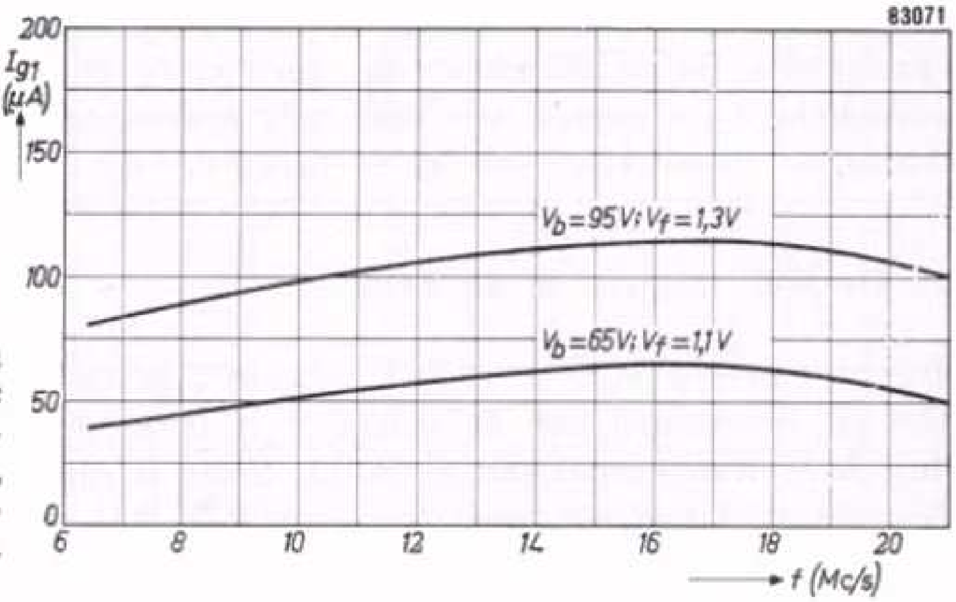


Fig. 164
Oscillator-roosterstroom in de lekweerstand, als functie van de frequentie voor het bereik KG 1, bij nominale en verlaagde voedingsspanningen.

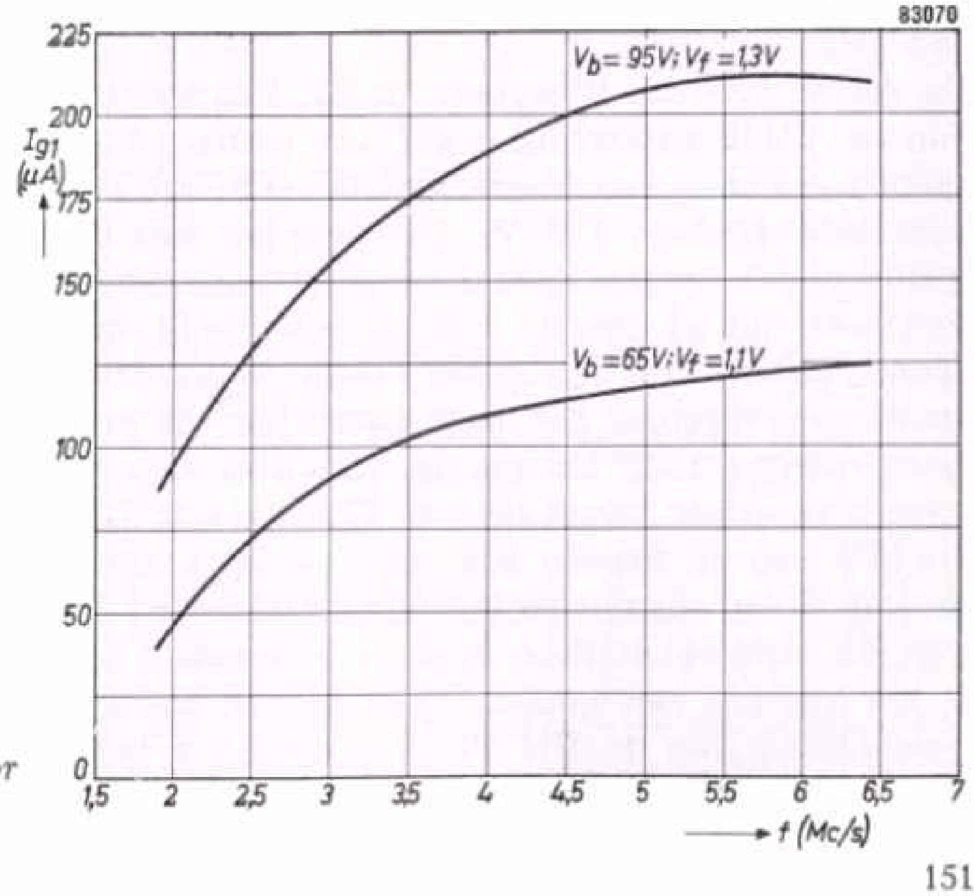


Fig. 165
Als fig. 164, doch voor bereik KG 2.

verstemming van de antennekring. De kromme geldt voor een oscillatorfrequentie van 20 MHz, waarbij gerealiseerd moet worden, dat dit verschijnsel op lagere frequenties in veel geringere mate optreedt.

De figuren 164 tot en met 167 geven de oscillatorstroom (stroom in de lekweerstand van 27 k Ω uitgezet tegen de frequentie in de vier golfbereiken. Deze krommen zijn gegeven voor nominale voedingsspanningen en voor gloei- en anodespanningen die zijn verminderd ten gevolge van gedeeltelijke uitputting van de batterijen. In het golfbereik K.G. 1 is een opjaagspoel L_{15} in de oscillatorkring geschakeld, en in fig. 164 is te zien dat een redelijk constante oscillatorstroom over het gehele bereik is verkregen.

Als de oscillatorstroom verandert, zal voor 50 mW uitgangsvermogen de gevoeligheid aan het signaalrooster van de DK 92 ook veranderen. Dit wordt aangetoond in de figuren 168 tot en met 171, waarin de gevoeligheid is uitgezet tegen de frequentie, zowel voor nominale als voor verlaagde voedingsspanningen. Het is misschien wel goed er op te wijzen, dat de verminderde gevoeligheid als gevolg van verlaagde spanningen is te wijten aan vermindering in versterking van al de trappen van de ontvanger.

3. De M.F. trappen en de AGR

In dit ontwerp zijn twee M.F. trappen, beide met een DF 91, gebruikt. Om te voorkomen dat de selectiviteit te groot zou worden, zijn er niet drie M.F. transformatoren gebruikt, maar is een enkele afgestemde kring, L_{24}, gedempt met een weerstand van 0,12 M Ω, die is geschakeld tussen de eerste en de tweede M.F. buis. De bandbreedte van de M.F. versterker voor een tienvoudige verzwakking is 11,4 kHz, op een middenfrequentie van 452 kHz.

De A.G.R. kromme is gegeven in fig. 172, terwijl een vereenvoudigd schema van de A.G.R. schakeling is gegeven in fig. 173. Daaruit blijkt dat de regelspanning wordt toegevoerd aan de M.F. buizen, aan de mengbuis en ook aan de afstembuis DM 70. De waarden van de weerstanden zijn zodanig gekozen, dat zonder signaal de roosterspanning van de in de regeling opgenomen buizen precies nul is, voor welk doel de weerstanden als een spanningsdeler zijn verbonden tussen de positieve kant van de gloeispanning en de detectiediode. Dit heeft natuurlijk een vermindering van de beschikbare regelspanning tot gevolg. Het deel van de regelspanning dat aan de mengbuis wordt toegevoerd is 86%, terwijl 72% aan de eerste M.F. buis, en 57% aan de tweede M.F. buis wordt aangelegd. Om te voorkomen dat de DM 70 een ongunstige instelling zou krijgen met het oog op het beginpunt van de regeling, is deze buis zo verbonden, dat de aansluiting 5 negatief is ten opzichte van aansluiting 4. Een en ander is uitvoerig verklaard in de beschrijving van de DM 70, en over dit detail van de schakeling behoeft niet in herhaling te worden getreden.

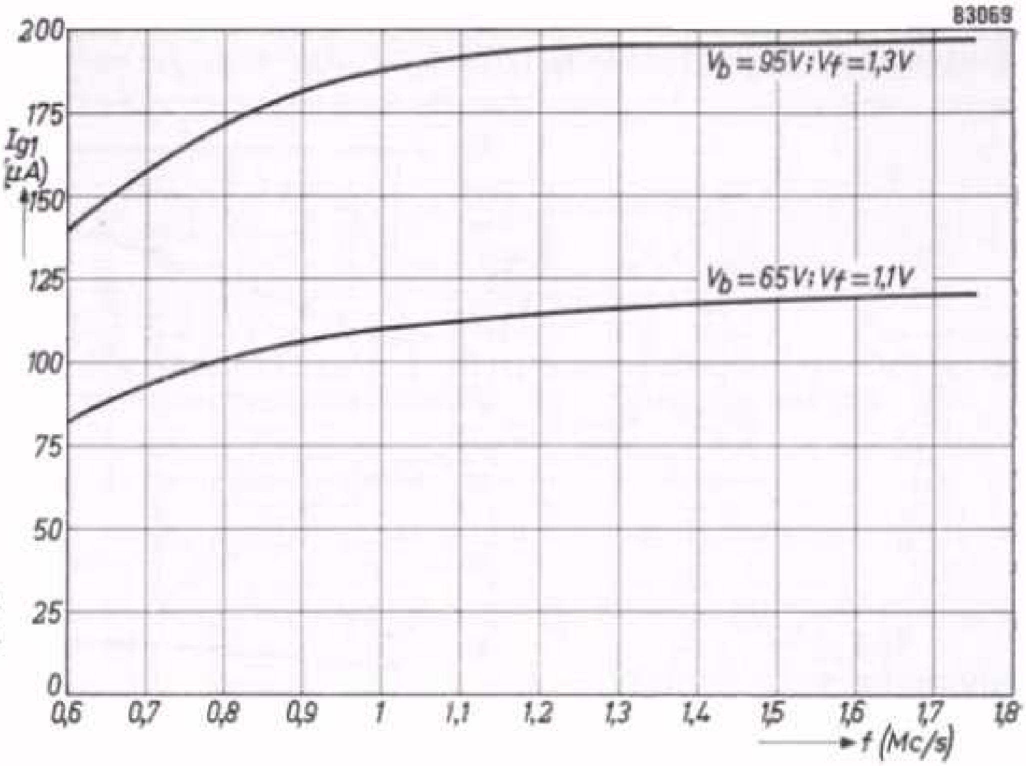


Fig. 166
Als fig. 164, doch voor het middengolf-bereik.

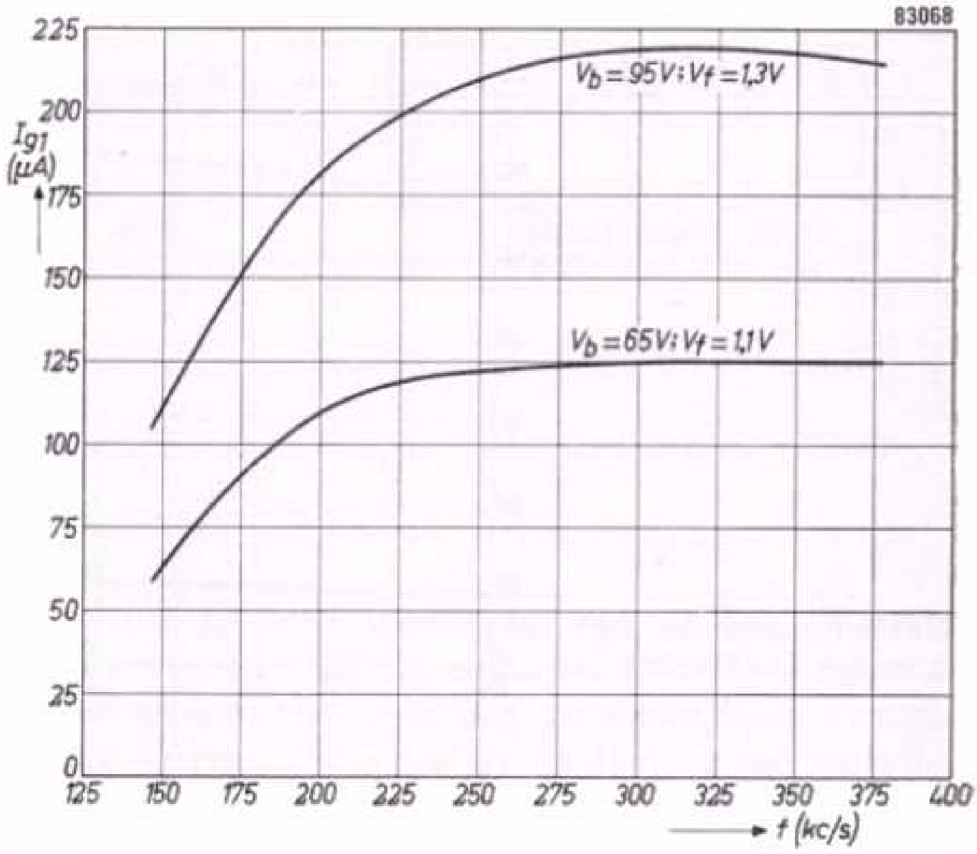


Fig. 167
Als fig. 164, doch voor het langegolf-bereik.

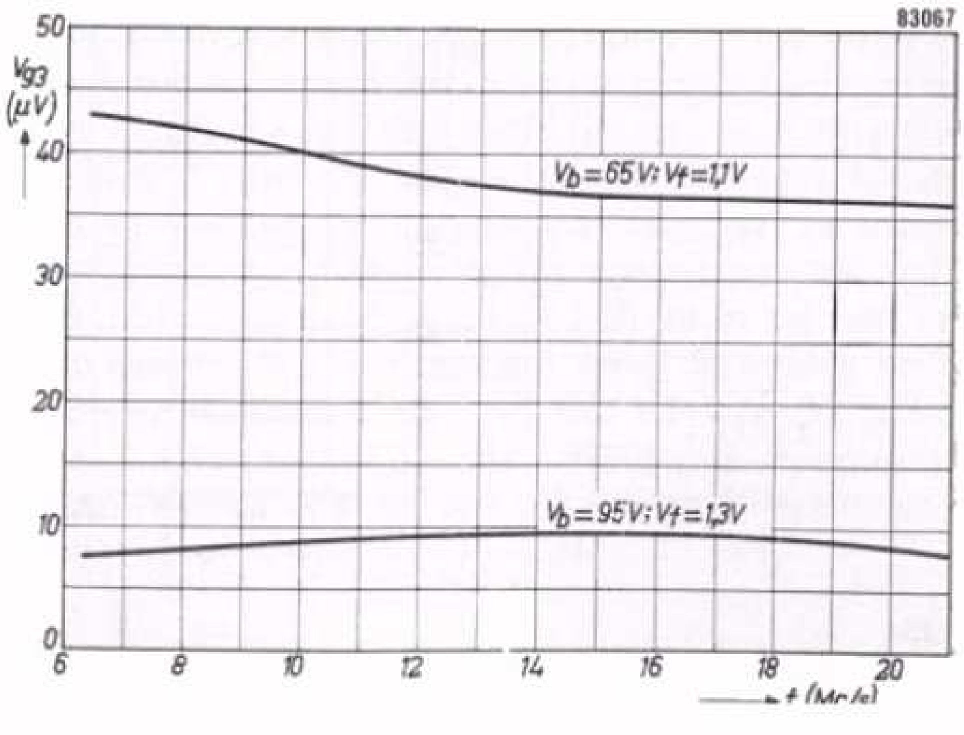


Fig. 168
Gevoeligheid voor een uitgangsvermogen van 50 mW, gemeten aan het stuurrooster van de mengbuis, voor het bereik KG 1.

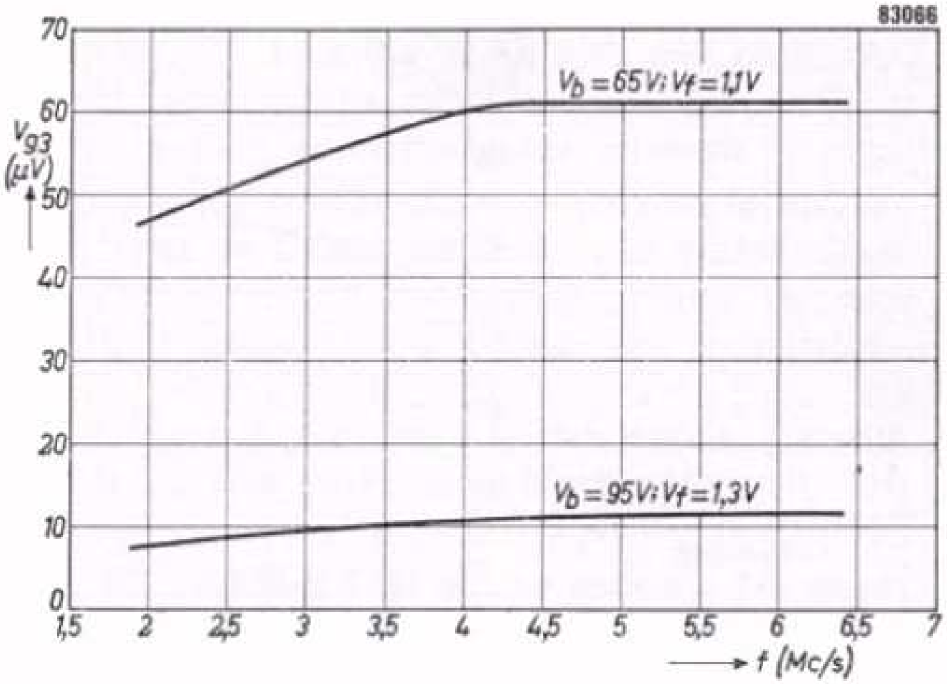


Fig. 169
Gevoeligheid voor het bereik KG 2.

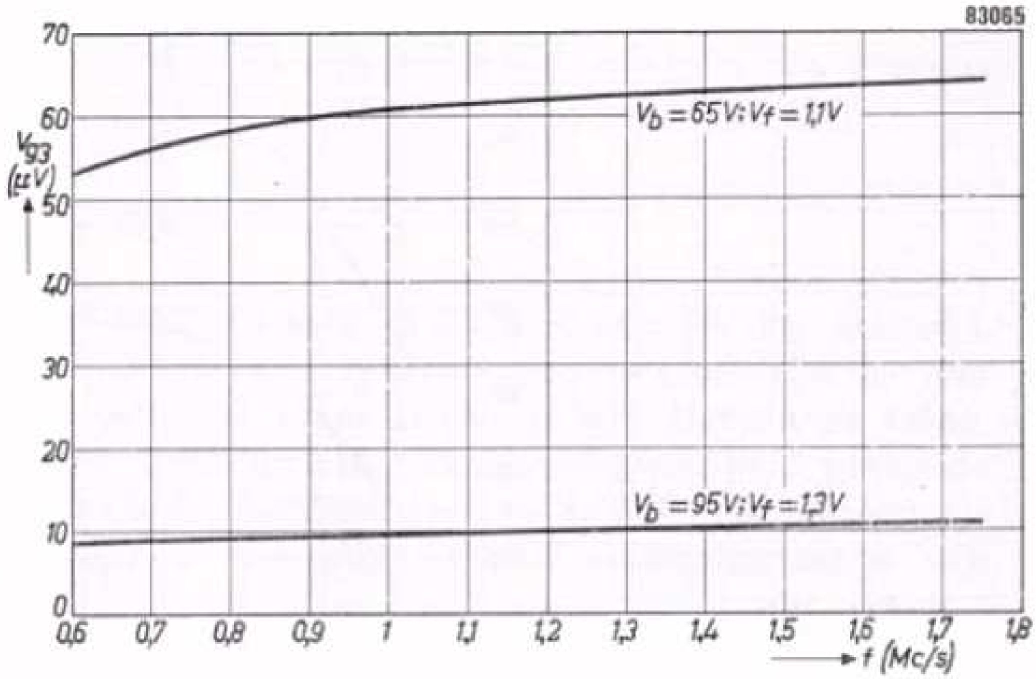


Fig. 170
Gevoeligheid in het middengolfbereik.

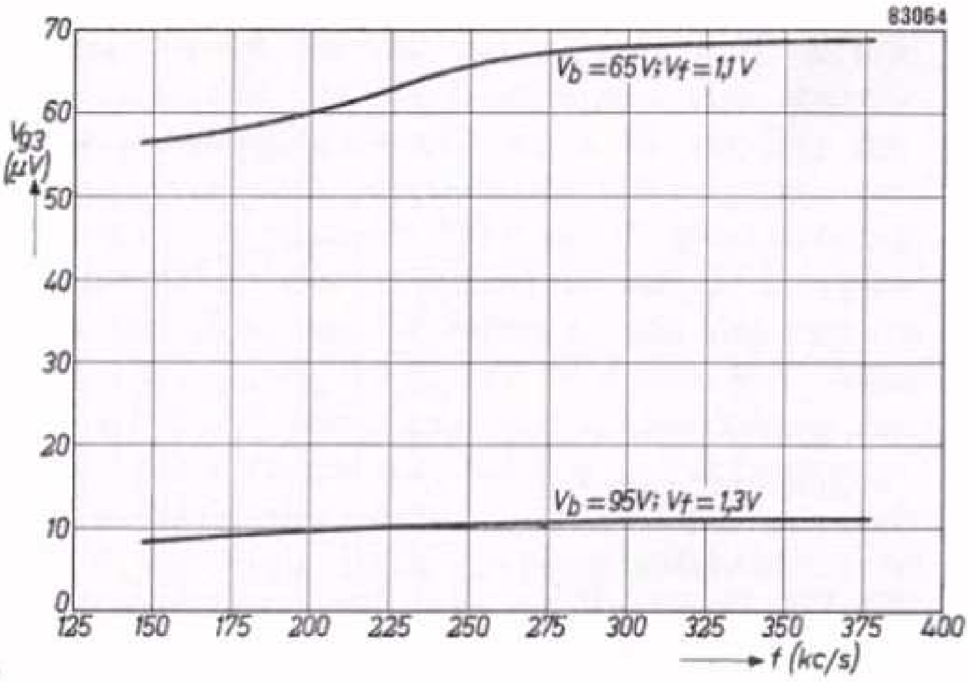


Fig. 171
Gevoeligheid in het langegolfbereik.

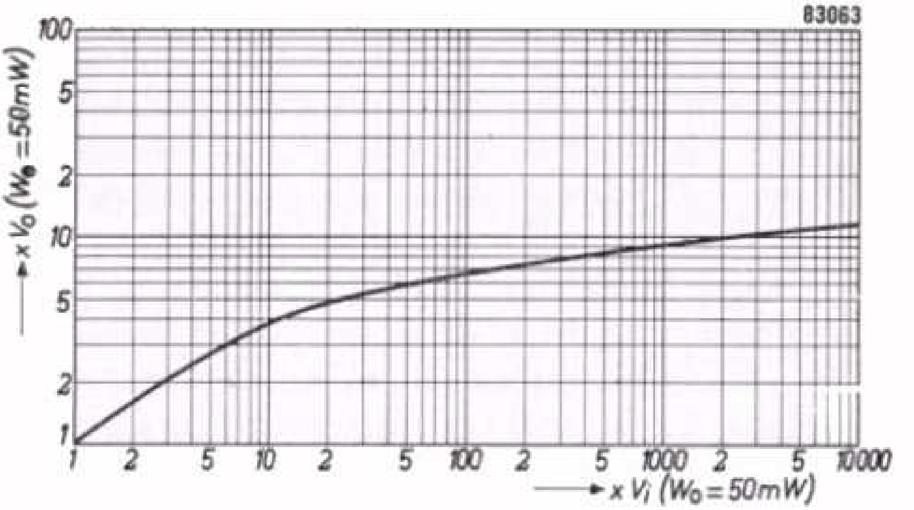


Fig. 172
De AGR kromme gemeten in het middengolfbereik.

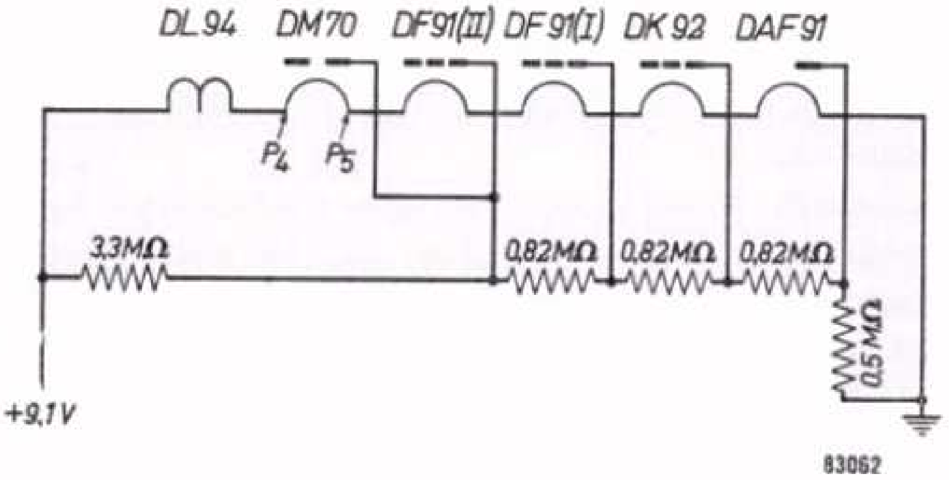


Fig. 173
De potentiometerschakeling in de AGR keten.

4. Het L.F. gedeelte

Met een H.F. signaal van 10 μV op het stuurrooster van de DK 92 wordt de M.F. spanning op de diode van de DAF 91 ongeveer 1 V; deze signaalsterkte komt overeen met de minimumwaarde van de toelaatbare signaal-ruis verhouding. Voor een M.F. spanning van 1 V op de diode is het detectierendement ongeveer 70%, zodat met een modulatiediepte van 30% de gedetecteerde L.F. spanning 210 mV bedraagt. Zonder tegenkoppeling zou een gevoeligheid van 22,5 mV op het stuurrooster van de DAF 91, voor 50 mW uitgangsvermogen, bereikt kunnen worden; uit een oogpunt van microfonie, is deze gevoeligheid evenwel ontoelaatbaar. Het heeft bovendien weinig zin de gevoeligheid van de ontvanger beter te maken dan 10 μV, daar dit in verband met de signaal-ruis verhouding toch geen enkel resultaat oplevert. Daarom kan zonder de gevoeligheid te schaden tegenkoppeling worden aangebracht in de L.F. versterker. Dit is gedaan door de L.F. spanning aan de secundaire van de uitgangstransformator in tegenfaze terug te voeren naar het stuurrooster van de DAF 91, over een weerstand van 4,7 M Ω. De gedetecteerde L.F. spanning wordt via een weerstand van 1,2 M Ω aan het rooster toegevoerd via een scheidingscondensator van 8200 pF; onder deze omstandigheden is de L.F. gevoeligheid, gemeten aan de diode, 210 mV.

5. De voeding

Voor de anodevoeding wordt bij aansluiting op het net een seleen gelijkrichter voor 220 V wisselspanning en 90 mA gelijkstroom gebruikt. Het is noodzakelijk dat zowel met wissel- als gelijkstroomvoeding, de uitgangsspanning aan de buffercondensator gelijk is. Dit is bereikt door weerstanden tussen de gelijkrichter en de buffercondensator te schakelen. Om gelijke spanningen aan de afvlakcondensator te krijgen bij verschillende netspanningen, kunnen met behulp van de schakelaar S_9 passende weerstanden worden voorgeschakeld. Schakelaar S_8 is een normale dubbelpolige uitschakelaar, die op de gebruikelijke wijze met de geluidsterkteregelaar is gekoppeld. Het omschakelen van netvoeding op batterij geschiedt op een vernuftige manier door middel van S_{10}, een dubbelpolige omschakelaar, die wordt bediend door de netsteker in een paar stekerbussen te steken. Voor dit doel kan een pick-up schakelaar worden gebruikt. Deze inrichting heeft het voordeel, dat de ontvanger automatisch op netvoeding wordt geschakeld als de steker wordt uitgetrokken.

In een BGW ontvanger met serievoeding van de gloeidraden moet speciaal aandacht worden geschonken aan de schakeling die overbelasting van de gloeidraden moet voorkomen, welke overbelasting het gevolg kan zijn van het feit dat de katodestroom van de buizen aan de positieve kant van de serieketen vloeit door de gloeidraden van de buizen aan de negatieve kant. Een en ander is duidelijk omschreven in het vorige hoofdstuk, waarin de problemen van serievoeding uitvoerig zijn behandeld. In deze ontvanger is de compensatiemethode met parallelweerstanden gekozen, omdat de DM 70 met 25 mA gloeistroomverbruik, toch van een parallelweerstand moest worden voorzien.

De eindbuis DL 94 heeft een katodestroom van 9,2 mA, waarvan 3,7 mA naar de positieve, en 5,5 mA naar de negatieve gloeidraadhelft vloeit. De gloeistroom is met de serieweerstanden ingesteld op 48 mA; de parallelweerstand voor de negatieve gloeidraadhelft wordt dus, met een I_{tot} van 51,7 mA, volgens de grafiek op blz. —, 330 Ω.

De DM 70 heeft een 25 mA gloeidraad, die bij een gloeispanning van 1,3 V slechts 24 mA mag voeren. Van deze buis kunnen we de katodestroom gevoeglijk verwaarlozen, en daar de stroom aan de negatieve kant van de DL 94 gelijk is aan 48 + 2/3 x 5,5 = 51,7 mA, terwijl door de shuntweerstand een stroom van 3,7 mA vloeit, vinden we voor de weerstand parallel aan de DM 70:

$$\frac{1300}{51{,}7 + 3{,}7 - 24} = 41\ \Omega.$$

De andere weerstanden kunnen we weer uit de grafiek aflezen. I_{tot} is inmiddels 48 + 9,2 = 57,2 mA; de weerstand wordt dus 150 Ω, parallel aan de DF 91 (II). Deze laatste buis heeft een katodestroom van 2,49 mA; dus wordt I_{tot} 57,2 + 2,49 = 59,69 mA, zodat we als shuntweerstand voor de DF 91 (I) vinden 120 Ω. Met de I_k van de laatste buis groeit de I_{tot} aan

tot 59,69 + 2,58 = 62,27 mA, wat voor de DK 92 een shuntweerstand van 91 Ω geeft. De stroom van deze buis is 2,58 mA; dus wordt I_{tot} nu 64,85 mA, waarmee de shuntweerstand voor de DAF 91 als 82 Ω wordt afgelezen. I_{tot} bedraagt nu 64,85. In de grafiek kunnen we kiezen tussen een weerstand van 82 Ω en een van 75 Ω. Daar bij deze grafiek is uitgegaan van een gemiddelde I_k ter grootte van 2 mA, en de I_k van de DAF 91 beduidend lager is, kiezen we dus in dit geval de weerstand met de hoogste waarde en schakelen we een weerstand van 82 Ω parallel aan de laatste buis in de keten.

Behalve de gelijkstroomcomponent van de katodestroom, vloeien in de gloeistroomketen ook de wisselstroomcomponenten, wat aanleiding zou kunnen geven tot ongewenste koppelingen tussen de onderscheiden trappen. Ter voorkoming hiervan wordt gebruik gemaakt van ontkoppelcondensatoren, die in het schema van fig. 161 zijn aangegeven. Voor de L.F. katodestroom van de DL 94 is ontkoppeling met een electrolytische condensator van 50 μF nodig; de andere buizen kunnen voldoende worden ontkoppeld met condensatoren van kleinere capaciteit.

Ten slotte moet nog worden opgemerkt dat er, als de ontvanger met een nieuwe anodebatterij en een uitgeputte gloeistroombatterij wordt gebruikt, gevaar bestaat voor overbelasting van de eindbuis. Om dit te voorkomen, verdient het aanbeveling beide batterijen gelijktijdig te vernieuwen en ze zodanig te kiezen, dat ze ongeveer gelijktijdig zijn verbruikt.

MEETRESULTATEN

1. Spanningen en stromen [1]

Buistype	(V) V_a	V_{g4} (V)	V_{g3} (V)	V_{g2} (V)	V_{g1} (V)	I_a (mA)	I_{g4} (mA)	I_{g2} (mA)
DK 92	95	70	0	37		0,68	0,14	1,76
DF 91 (I)	95			42	—0,1	1,8		0,78
DF 91 (II)	95			48	—0,3	1,8		0,69
DAF 91	24,3			22,1	0	0,062		0,014
DL 94	89			95	—3,9	7,5		1,7
DM 70	95				—2,6			

[1] De spanningen en stromen zijn gemeten met netvoeding uit een 220 V wisselstroomnet. De spanningen zijn gemeten ten opzichte van het chassis, met uitzondering van de negatieve roosterspanning V_{g1}, welke is gemeten ten opzichte van de negatieve kant van de gloeidraad van de desbetreffende buis. Al de metingen zijn verricht zonder signaal op de roosters.

2. Gevoeligheid met netvoeding (220 V) **en met batterijvoeding** (V_b = 90 V; V_f = 1,3 V per gloeidraad) *voor 50 mW uitgangsvermogen* (modulatiediepte is 30%)

L.F. spanning op de diode van de DAF 91 . . . . 210 mV
M.F. spanning op de diode van de DAF 91 . . . . 1050 mV
M.F. ingangsspanning DF 91 (II) . . . . 17 mV
M.F. ingangsspanning DF 91 (I) . . . . 355 μV
H.F. ingangsspanning DK 92 (f = 1 MHz) . . . . 9,5 μV

Berekende veldsterkte in de raamantenne [1])

L.G.			M.G.			
0,16	0,2	0,3	0,55	0,8	1,6	MHz
57	50,5	29	14,9	11,6	10,5	μV/m
K.G. II			K.G. I			
2	3,5	6	7	10	19	MHz
10,4	9,0	10,6	19,1	17,3	10,9	μV/m

3. Gevoeligheid met batterijvoeding en onderspanning van de batterijen (V_b = 65 V; V_f = 1,1 V per gloeidraad) **voor 50 mW uitgangsvermogen** (modulatiediepte is 30%)

L.F. spanning op de diode van de DAF 91 . . . . 229 mV
M.F. spanning op de diode van de DAF 91 . . . . 1185 mV
M.F. ingangsspanning DF 91 (II) . . . . 27 mV
M.F. ingangsspanning DF 91 (I) . . . . 800 μV
H.F. ingangsspanning DK 92 (f = 1 MHz) . . . . 63 μV

Berekende veldsterkte in de raamantenne

L.G.			M.G.			
0,16	0,2	0,3	0,55	0,8	1,6	MHz
338	305	179	97,5	79	62,5	μV/m
K.G. II			K.G. I			
2	3,5	6	7	10	19	MHz
65	49,5	57	103	73	42,5	μV/m

Bij onderspanning is het laagste frequentiegebied van het golfbereik 14,3 — 47 m (21 — 6,38 MHz) het moeilijkste punt van alle golfbereiken om de oscillator aan de gang te houden. Als de totale gloeispanning V_f = 7,7 V (per gloeidraad), werkt de oscillator niet meer bij een anodebatterijspanning

[1]) De veldsterkte is berekend met de gemeten E.M.K. welke nodig is in de raamantenne om 50 mW uitgangsvermogen te krijgen. De meting is verricht door een weerstand van 0,01 Ω in serie met het raam te schakelen en een bekende spanning via een weerstand van 10 Ω af te nemen van een standaard signaalgenerator. Correcties voor de invloed van de 0,01 weerstand op de kringkwaliteit, alsmede de invloed die deze weerstand bij hoge frequenties heeft op de zelfinducties, moeten in rekening worden gebracht.

V_b = 34 V, en als de gloeispanning V_f = 6,25 V (0,9 V per gloeidraad), gebeurt dit reeds bij V_b = 65 V.

3. Onderdrukking van de spiegelfrequentie, kwaliteitsfactor van de gehele ingangskring en de straling van de raamantenne bij verscheidene frequenties

	L.G.			M.G.			
Frequentie	0,16	0,2	0,3	0,55	0,8	1,6	MHz
Spiegelonderdrukking	67	84	27	74	46	24	
Kwaliteitsfactor Q	67	12	15,5	41,5	43	28,5	
Stralingsspanning	0,06	0,35	1,5	0,1	2	15	mV

	K.G. II			K.G. I			
Frequentie	2	3,5	6	7	10	19	MHz
Spiegelonderdrukking	60	17	12	10	8,2	7,5	
Kwaliteitsfactor Q	77	52	35	46,5	41,5	31,5	
Stralingsspanning	0,45	12	150	200	180	150	mV

4. Totale M.F. bandbreedte bij 452 kHz

Verzwakking	Bandbreedte
1 : 2	3 kHz
1 : 10	11,4 kHz
1 : 100	21 kHz
1 : 1000	33 kHz

WAARDEN VAN ONDERDELEN

De waarden van weerstanden en condensatoren zijn in het schema gegeven. Tenzij anders aangegeven, kunnen weerstanden voor ¼ W worden gebruikt. Het zijn vooral de spoelen die een nadere beschrijving behoeven.

L_1 Raamantenne: 1 winding aluminiumband 20 x 2 mm, tot een rechthoek van 32 x 23,5 cm gebogen. De zelfinductie L = 0.68 μH. De onderkant van het raam omvat het chassis en is geïsoleerd daarmee verbonden. Dit geeft het geheel een behoorlijke sterkte. De einden van de wikkeling worden zodanig gemaakt, dat ze zich vlak bij de golfbereikschakelaar bevinden.

L_2 Correctiespoeltje voor het bereik K.G.I. Het is gewikkeld op een Philips spoelvorm met 6 mm poederijzerkern type 7977. Vijf windingen geëmailleerd koperdraad van 1 mm dikte gewikkeld met een spoed van 2 mm. De zelfinductie van $L_1 + L_2$ = 1,17 μH.

L_3L_4 H.F. transformator voor het bereik K.G. II met een wikkelingsverhouding 4,5, gewikkeld op een potkern van poederijzer of Ferroxcube. Het laatstgenoemde materiaal is het gunstigst in verband met de afmetingen, en geeft de meest vaste koppeling. L_3 heeft 4 windingen

litzdraad, 4 x 60 x 0,03 mm. L_4 heeft 18 windingen litzdraad 90 x 0,03 mm, en een zelfinductie van ongeveer 47 μH.

L_5 Correctiespoeltje voor het bereik K.G. II, spoelvorm type 7977 met 6 mm poederijzerkern, 15 windingen litz van 90 x 0,03 mm, gewikkeld met een spoed van 0,7 mm. De totale zelfinductie van L_5, L_4, L_3 *en* L_1, gemeten over de afstemcondensator, is 13,2 μH.

L_6L_7 H.F. transformator voor het middengolfbereik. De transformatieverhouding is 18,25, en hetzelfde type kern is gebruikt als voor L_3L_4. L_6 heeft 4 windingen litzdraad 4 x 60 x 0,03 mm, en L_7 73 windingen litzdraad van 30 x 0,03 mm. De zelfinductie van L_7 is ongeveer 765 μH.

L_8 Correctiespoel voor het middengolfbereik. Hetzelfde type spoelvorm als voor de andere correctiespoeltjes is gebruikt met een kern van 6 mm. Aantal windingen 36, van litzdraad 30 x 0,03 mm; kruiswikkeling met een breedte van 6 mm. De totale zeldinductie van L_8, L_7, L_6 en L_1, gemeten over de afstemcondensator, is 185,2 μH.

L_9L_{10} H.F. transformator voor het langegolfbereik; wikkelingsverhouding 65. Hetzelfde type kern als voor de andere H.F. transformatoren is gebruikt. L_9 heeft 4 windingen litzdraad 4 x 60 x 0,03, en L_{10} 260 windingen litzdraad 7 x 0,03 mm. De zelfinductie van L_{10} is ongeveer 9,7 mH.

L_{11} Correctiespoeltje voor het langegolfbereik. Spoelvorm type 7977 met een ijzerkerntje van 6 mm lengte; 104 windingen litzdraad van 7 x 0,03 mm gewikkeld in kruiswinding over een breedte van 4 mm. De totale zelfinductie van L_{11}, L_{10}, L_9 en L_1, gemeten over de afstemcondensator, is 2,365 mH.

L_{12} M.F. zeefkring, afgestemd op de middenfrequentie, 452 kHz, met een zelfinductie van 5 mH en een kwaliteitsfactor $Q = 135$.

$L_{13}L_{14}L_{15}$ Oscillatorspoelen voor de bereiken K.G. I en K.G. II.

$L_{16}L_{17}$ Deze spoelen zijn gewikkeld op één koker, die een diameter van 14 mm en een lengte van 60 mm heeft (zie fig. 174).

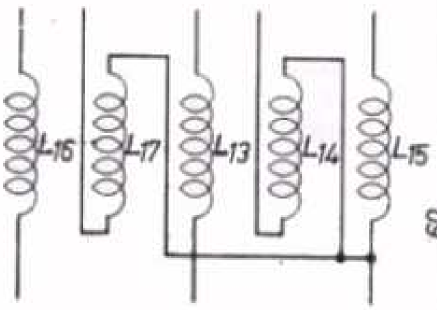
L_{13} heeft 11 windingen van 1 mm geëmailleerd koperdraad met een spoed van 1,325 mm. De zelfinductie is 1,15 μH.

L_{14} is gewikkeld tussen de windingen van L_{13}, te beginnen aan de aardzijde. Het aantal windingen is 7¾ van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad met dubbele zijdeomspinning.

L_{15} is de opjaagspoel en heeft 29 windingen van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad met dubbele zijde-omspinning. Deze spoel is gewikkeld in kruiswikkeling ter breedte van 2 mm.

L_{16} heeft 39 ⅞ windingen van 0,25 mm geëmailleerd koperdraad; de spoed is 0,38 mm, de zelfinductie 12,15 μH.

L_{17} is gewikkeld tussen de windingen van L_6, te beginnen bij de kant die aan de paddingcondensator wordt verbonden. Het aantal windingen is 12 ⅞ van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad met dubbele zijde-omspinning.



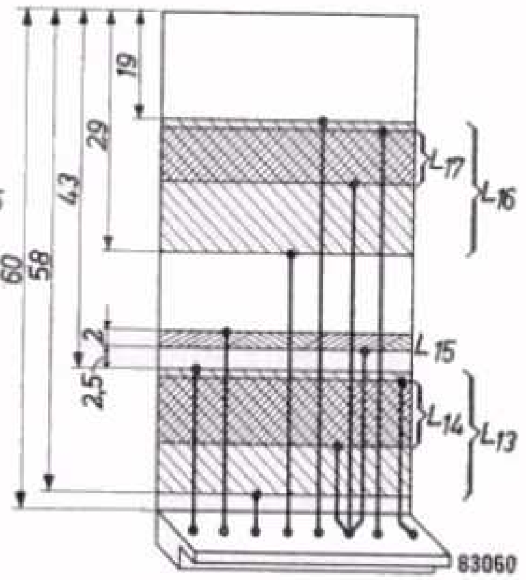
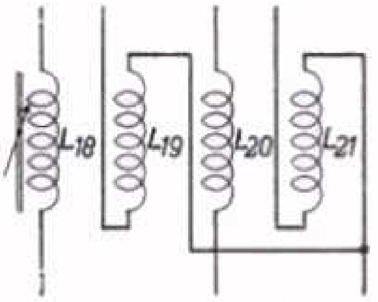


Fig. 174
Uitslag van de oscillatorspoelencombinatie voor de bereiken KG 1 en KG 2.



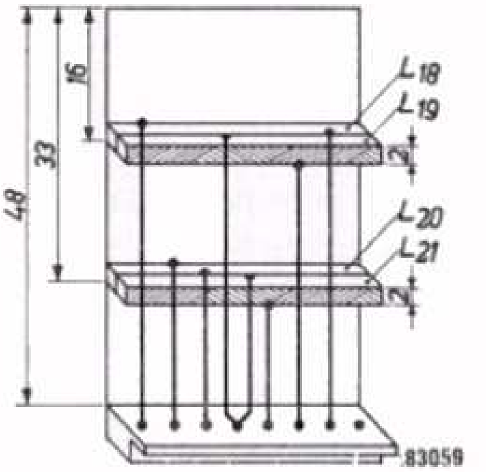


Fig. 175
Uitslag van de oscillatorspoelencombinatie voor de midden- en langegolfbereiken.

$L_{18}L_{19}$ Oscillatorspoelen voor het midden- en het langegolfbereik.

$L_{20}L_{21}$ Deze spoelen zijn in kruiswikkeling op een gezamenlijke spoelvorm gelegd. De breedte van beide wikkelingen is 2 mm; de spoelvorm heeft een diameter van 10 mm en een lengte van 48 mm. De binnenkant is voorzien van schroefdraad, om een poederijzerkerntje van 6 mm lang en 6 mm diameter aan te brengen, waarmee de middengolfspoel kan worden geregeld. De spoelen zijn ondergebracht in een aluminium afschermbus met een diameter van 30 mm en een hoogte van 60 mm.

L_{18} heeft 80 windingen van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad; de zelfinductie is 108,8 μH. L_{19} heeft 24 windingen van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad. Een laagje van 0,1 mm isolatiemateriaal is tussen beide spoelen aangebracht (zie fig. 175).

L_{20} heeft 207 windingen 0,1 mm geëmailleerd koperdraad, en de zelfinductie is 612 μH.

L_{21} heeft 45 windingen van dezelfde draadsoort, en ook tussen deze beide spoelen is een laagje van 0,1 mm isolatiemateriaal gewikkeld.

$L_{22}L_{23}$ M.F. transformator type 5731/52. De kwaliteitsfactor $Q = 120$ (zonder extra demping), de koppelingsfactor $KQ = 0{,}9$.

L_{24} M.F. kring. Kwaliteitsfactor $Q = 120$; zelfinductie 1 mH.

$L_{25}L_{26}$ M.F. transformator type 5731/52. Kwaliteitsfactor $Q = 120$ (zonder extra demping en capaciteit); de koppelingsfactor $KQ = 0{,}9$.

T_1 Uitgangstransformator voor een primaire aanpasweerstand van 10 k Ω.

Sel. Seleengelijkrichter voor 220 V, 90 mA.

EEN BATTERIJONTVANGER MET VIER BUIZEN VOOR EEN BATTERIJSPANNING VAN 90 V

Algemene beschrijving

De hier beschreven ontvanger is uitgerust met de buizen DK 92, DF 91, DAF 91 en DL 94. Het schema (Fig. 176, uitslagblad II) is geheel normaal en behoeft slechts weinig uitleg. Wanneer we de weg van het signaal door de ontvanger volgen, zien we allereerst dat, in tegenstelling tot de BGW ontvanger, die tevoren is beschreven, gebruik is gemaakt van inductief gekoppelde ingangskringen voor een capacitieve antenne. Parallel aan de ingang is de M.F. zuigkring geschakeld, die kan worden ingesteld met L_1. Er zijn twee antenne-aansluitingen; de ene is direct verbonden met de koppelspoelen, de andere via een weerstand van 220 Ω. Deze laatste aansluiting kan worden gebruikt wanneer sterke signalen worden ontvangen, die anders de M.F. trap zouden kunnen overbelasten. Het is uiteraard mogelijk deze ontvanger te bouwen met overeenkomstige kringen en raamantenne, als zijn gebruikt in de reeds beschreven BGW ontvanger.

De AGR spanning wordt toegevoerd aan de onderkant van de stuurroosterweerstand van de DK 92, als de ontvanger is geschakeld op het lange- of het middengolfbereik. Op het korte golfbereik is de mengbuis niet in de AGR opgenomen.

Hoewel de DK 92 een hogere mengversterking geeft bij serievoeding, is in dit schema bij wijze van illustratie de parallelvoeding gekozen, omdat in sommige landen een regeling bestaat die het gebruik van serievoeding verbiedt. Het is dus niet denkbeeldig, dat bij voorbeeld service-technici dergelijke ontvangers eens onderhanden krijgen, en in dat geval kan bij afwezigheid van een schema, de hier gebruikte schakeling als leidraad dienen.

Voor het korte golfbereik is een opjaagspoel L_{10} gebruikt. Dank zij de uitstekende oscillatoreigenschappen van de DK 92, is deze, strikt genomen, niet nodig om de oscillaties over het gehele bereik in stand te houden, maar het voordeel hiervan is, dat de oscillator over het gehele bereik beter constant blijft (zie de beschrijving van de BGW ontvanger).

De ontvanger bevat drie golfbereiken:

kortegolf	50—16,7 m	(6—18 MHz)
middengolf	600—200 m	(0,5—1,5 MHz)
langegolf	2000—750 m	(150—400 kHz)

De middenfrequentie is 452 kHz.

Opmerkelijk in deze ontvanger is, dat de stroom die aan de gloeistroom — en de anodespanningsbatterij wordt onttrokken laag is gehouden. Dit is bereikt door slechts één gloeidraad van de eindbuis DL 94 te gebruiken. De katodestroom van deze buis is daardoor gehalveerd, wat evenwel ook het geval is met het beschikbare uitgangsvermogen. Het is natuurlijk ook mogelijk beide gloeidraden parallel te gebruiken; dan is het nodig de waarde van de rooster-

spanningsweerstand te verlagen van 470 Ω tot 390 Ω. Dit is tussen haakjes in het schema aangegeven. Daar de gevoeligheid toeneemt wanneer de beide gloeidraden worden gebruikt, moet, om microfonie van de L.F. voorversterkbuis tegen te gaan, de versterking van de DAF 91 iets worden verlaagd. Dit kan op eenvoudige wijze worden bereikt door de roosterlekweerstand van de DL 94 te verlagen, bijvoorbeeld tot 0,33 MΩ. Het zal zonder meer duidelijk zijn dat het ook verschil maakt in de gunstige belastingsweerstand van de eindbuis of er een of twee gloeidraden worden gebruikt.

De aandachtige beschouwer van het schema zal hebben opgemerkt, dat het contact van de schakelaar dat dient om de verbinding met de plus anodespanningsbatterij te verbreken, is overbrugd door een weerstand van 1 MΩ. Deze weerstand is om de volgende reden aangebracht:

Als de genoemde weerstand niet aanwezig is, zal bij het inschakelen de koppelcondensator tussen de anode van de DAF 91 en het stuurrooster van de DL 94 worden geladen. De linkerkant van de condensator moet een positieve lading opnemen, de rechterkant een negatieve. Op het moment van inschakelen kan men de condensator als niet aanwezig beschouwen en verdeelt zich de batterijspanning over de anodeweerstand van de DAF 91 en de lekweerstand van de DL 94. Op dat moment is het stuurrooster dus sterk positief ten opzichte van de gloeidraad, met het gevolg dat een sterke roosterstroom uit de zich verwarmende gloeidraad moet worden getrokken. Dit heeft tot gevolg dat de eindbuis maar een zeer korte levensduur heeft. De weerstand over de schakelcontacten nu, houdt de genoemde condensator geladen, zodat het euvel niet optreedt.

MEETRESULTATEN

De gegeven meetresultaten zijn verkregen onder gebruikmaking van één gloeidraadhelft van de DL 94, en zonder signaal. De spanningen zijn gemeten ten opzichte van het chassis. Indien beide gloeidraden van de DL 94 parallel zijn geschakeld, wordt de stuurroosterspanning —5,1 V, de anodestroom 6,8 mA en de schermroosterstroom 1,5 mA. De weerstand in de negatieve anodebatterijverbinding moet dan worden verlaagd tot 390 Ω.

Spanningen en stromen

Buis		DK 92	DF 91	DAF 91	DL 94	
Anodespanning	V_a	85	85	20	82	V
Spanning vierde rooster	V_{g4}	58				V
Spanning tweede rooster	V_{g2}	32	52	21	85	V
Stuurroosterspanning	V_{g1}				—4,8	V
Anodestroom	I_a	0,6	2,0	0,065	3,9	mA
Schermroosterstroom	I_{gs}	0,14	0,6	0,014	0,82	mA
Oscillator-anodestroom	I_{go}	1,6				mA

Verandering van oscillatorstroom bij normale voedingsspanningen

Bereik	I_{g1} DK 92
6—18 MHz	8— 90 μA
0,5—1,5 MHz	200—350 μA
150—400 kHz	190—360 μA

Gevoeligheid voor 50 mW uitgangsvermogen, bij nominale voedingsspanningen

L.F. spanning op het stuurrooster van de DAF 91		40 mV
M.F. ingangsspanning DF 91	(452 kHz, m = 30%)	5,8 mV
H.F. ingangsspanning DK 92	6—18 MHz	130—130 μV
	0,5—1,5 MHz	160—200 μV
	150—400 kHz	175—200 μV
H.F. signaal op de antenne	6—18 MHz	100—100 μV
	0,5—1,5 MHz	68—68 μV
	150—400 kHz	68—110 μV

Gevoeligheid voor 50 mW uitgangsvermogen, bij onderspanning van de anodebatterij en nominale gloeispanning

V_b	80	70	60 V
L.F. spanning op stuurrooster van de DAF 91	43	54	130 mV
M.F. ingangsspanning DF 91 (452 kHz,m = 30%)	6,5	9,5	25 mV
H.F. signaal op de antenne			
6—18 MHz	115—130	170—215	470—580 μV
0,5—1,5 MHz	95—105	155—170	525—525 μV
150—400 kHz	105—130	170—340	470—950 μV

Gevoeligheid voor 50 mW uitgangsvermogen, bij onderspanning van de gloeistroombatterij en nominale anodespanning

V_f	1,3	1,2	1,1 V
L.F. spanning op stuurrooster van de DAF 91	43	46	49 mV
M.F. ingangsspanning DF 91 (452 kHz,m = 30%)	6,5	7,4	8,6 mV
H.F. signaal op de antenne			
6—18 MHz	125—135	145—180	190—215 μV
0,5—1,5 MHz	95— 95	140—140	165—190 μV
150—400 kHz	125—135	260—290	215—250 μV

Gevoeligheid voor 50 mW uitgangsvermogen, bij onderspanning van de anode- en de gloeistroombatterij

(V_b = 65 V; V_f = 1,1 V)

L.F. spanning op het stuurrooster van de DAF 91		75 mV
M.F. ingangsspanning DF 91		12 mV
H.F. signaal op de antenne	6— 18 MHz	360—420 μV
	0,5—1,5 MHz	300—360 μV
	150—400 kHz	300—420 μV

WAARDEN VAN ONDERDELEN

De waarden van weerstanden en condensatoren zijn in het schema aangegeven. Tenzij anders vermeld, kunnen weerstanden voor ¼ W worden gebruikt. Het zijn vooral de spoelen die nadere beschrijving behoeven.

L_1 M.F. zeefkring, afgestemd op de middenfrequentie 452 kHz; zelfinductie 5 mH; kwaliteitsfactor Q = 135.

L_2L_3 Antennespoel voor het kortegolfbereik. Diameter spoelvorm 14 mm; diameter afschermbus 30 mm.

L_2 heeft 22 windingen van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad zonder spatie gewikkeld. Zelfinductie 10 μH.

L_3 heeft 12 windingen van 0,6 mm geëmailleerd koperdraad zonder spatie gewikkeld. Zelfinductie 1,25 μH. Afstand tussen L_2 en L_3 1 mm.

L_4L_5 Antennespoel voor middengolf. Diameter van de spoelvorm 14 mm; diameter van de afschermbus 30 mm.

L_4 heeft 468 windingen van 0,07 mm geëmailleerd koperdraad in kruiswikkeling; breedte 2 mm. Zelfinductie 4 mH.

L_5 heeft 112 wikkelingen litzdraad 12 x 0,04 mm; kruiswikkeling 2,5 mm breed. Zelfinductie 207 μH. Afstand tussen L_4 en L_5 2,6 mm.

L_6L_7 Antennespoel voor langegolf. Diameter spoelvorm 8 mm; diameter afschermbus 25 mm.

L_6 heeft 1072 windingen van 0,07 mm geëmailleerd koperdraad; kruiswikkeling 3 mm breed. Zelfinductie 10 mH.

L_7 heeft 504 windingen van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad; kruiswikkeling 3 mm breed. Zelfinductie 2,56 mH. Afstand tussen L_6 *en* L_7 1,2 mm.

$L_8L_9L_{10}$ Oscillatorspoelen voor het kortegolfbereik, en opjaagspoel. Diameter van de spoelvorm 8 mm; diameter van de afschermbus 25 mm.

L_8 15 windingen van 0,4 mm geëmailleerd koperdraad, in één laag gewikkeld met een spoed van 0,5 mm. Zelfinductie 1,17 μH.

L_9 9⅜ windingen van 0,1 mm met zijde omsponnen geëmailleerd koperdraad, gewikkeld tussen de windingen van L_8. De spanningsverhouding tussen L_9 en L_8 is 0,48.

L_{10} 39⅞ windingen van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad; kruiswikkeling 2 mm breed; zelfinductie 15 μH. De afstand tussen L_8 en L_{10} is 2,5 mm.

$L_{11}L_{12}$ Oscillatorspoelen voor het middengolfbereik. Diameter van de spoelvorm 10 mm; diameter van de afschermbus 25 mm.

L_{11} heeft 92¼ windingen van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad; kruiswikkeling 2 mm breed. Zelfinductie 114 μH.

L_{12} 46¾ windingen van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad; kruiswikkeling 2 mm breed. L_{12} is gewikkeld over L_{11}, met tussenlegging van twee lagen isolatielint van 0,1 mm dikte. De spanningsverhouding $L_{12}L_{11}$ is 0,4.

$L_{13}L_{14}$ Oscillatorspoelen voor het langegolfbereik. Diameter van de spoelvorm 10 mm; diameter van de afschermbus 25 mm.

L_{13} heeft 225 windingen van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad; kruiswikkeling 2 mm breed. Zelfinductie 641 μH.

L_{14} 897/8 windingen van 0,1 mm geëmailleerd koperdraad; kruiswikkeling 2 mm breed.

L_{14} is over L_{13} gewikkeld met tussenlegging van twee lagen isolatielint van 0,1 mm dik. De spanningsverhouding $L_{14}L_{13}$ is 0,30.

$L_{15}L_{16}$ M.F. transformator voor 452 kHz, type 5730/52. Kwaliteitsfactor $Q = 140$ (zonder extra demping). Koppeling $KQ = 1,05$.

$L_{17}L_{18}$ Gelijk aan $L_{15}L_{16}$, maar met een aftakking op 0,7 van de secundaire, voor het aansluiten van de diode.

T_1 Uitgangstransformator.

Wanneer één gloeidraad van de DL 94 wordt gebruikt, is de gunstigste aanpasweerstand 20 k Ω; worden beide gloeidraden parallel verbonden, dan bedraagt de aanpasweerstand 8 k Ω.

EEN VIER-BUIZEN BATTERIJONTVANGER MET DK 92, DF 91, DAF 91 EN DL 92, VOOR V_b = 67,5 V

Het enige verschil tussen de hier beschreven batterijontvanger en die welke hiervóór werd beschreven is, dat deze is uitgerust met een eindbuis DL 92 in plaats van met een DL 94. Hierdoor kan deze ontvanger met een kleinere anodespanningsbatterij worden gebruikt, namelijk een van 67,5 V. Dit heeft tot gevolg dat het een ontwerp is dat bijzonder geschikt is voor zeer kleine ontvangers. Het schema is gegeven in fig. 177 (uitslagblad III).

In verband met de lage anodespanning, heeft de serieweerstand waarover de oscillatoranode wordt gevoed slechts een lage waarde. Daarom is in dit schema de voorkeur gegeven aan serievoeding, terwijl in het vorige schema parallelvoeding is gebruikt. Zou men in het onderhavige geval parallelvoeding toepassen, dan zou ten gevolge van de lage parallelweerstand de demping te groot worden, en zou men moeilijkheden met het oscilleren kunnen ondervinden, vooral als de spoelen niet van zeer goede kwaliteit zijn. Dit houdt niet in, dat met de gegeven voedingsspanning parallelvoeding onmogelijk is. Op de midden- en de langegolf zal men met goede spoelen geen moeilijkheden ondervinden; op kortegolf zal de terugkoppelspoel een paar windingen meer moeten hebben.

In alle andere opzichten is het schema van fig. 177 gelijk aan dat van fig. 176. De weerstanden hebben weliswaar andere waarden, maar door de gehele ontvanger zijn overeenkomstige spoelen gebruikt als in het eerder beschreven ontwerp. Dit maakt vergelijking tussen beide ontwerpen zeer interessant. De uitgangstransformator moet primair zijn aangepast aan 7 k Ω.

MEETRESULTATEN

Spanningen en stromen (spanningen ten opzichte van chassis)

Buistype	V_a (V)	V_{g4} (V)	V_{g2} (V)	V_{g1} (V)	I_a (mA)	I_{g4} (mA)	I_{g2} (mA)
DK 92	61	61	29		0,54	0,13	1,52
DF 91	61		45		1,7		0,72
DAF 91	29		21		0,032		0,012
DL 92	56		61	—6,2	6,4		1,3

Verandering van de oscillatorstroom bij normale voedingsspanningen

Bereik	Roosterstroom (I_{g1}) DK 92
6—18 MHz	55— 50 μA
0,5—1,5 MHz	170—350 μA
150—400 kHz	185—350 μA

Gevoeligheid voor 50 mW uitgangsvermogen, bij normale voedingsspanningen

L.F. spanning op het stuurrooster van de DAF 91 . . . . 40 mV

M.F. ingangsspanning DF 91 (452 kHz; m = 30%) . . . . 5,9 mV

H.F. ingangswisselspanning DK 92 . . .	6— 18 MHz	250—280 μV
	0,5— 1,5 MHz	165—280 μV
	150—400 kHz	190—255 μV
H.F. ingangssignaal op antenne	6— 18 MHz	190—240 μV
	0,5— 1,5 MHz	48—120 μV
	150—400 kHz	135—160 μV

Gevoeligheid en oscillatorstroom bij onderspanning van de anodespanningsbatterij

V_b = 45 V; V_f = 1,4 V

L.F. spanning op het stuurrooster van de DAF 91 . . . . 72 mV

M.F. ingangsspanning DF 91 (452 kHz; m = 30%) . . . . 25 mV

H.F. ingangsspanning DK 92 (1 MHz) . . . . 1,6 mV

Oscillatorstroom I_{g1} . . . . 200 μA

Gevoeligheid en oscillatorstroom bij onderspanning van de gloeistroombatterij

V_b = 67,5 V; V_f = 1,1 V

L.F. spanning op het stuurooster van de DAF 91 . . . . 40 mV

M.F. ingangsspanning DF 91 (452 kHz; m = 30%) . . . . 7 mV

H.F. ingangsspanning DK 92 (1 MHz) . . . . 240 μV

Oscillatorstroom I_{g1} . . . . 280 μA

Gevoeligheid en oscillatorstroom bij onderspanning van de beide voedingsbatterijen

V_b = 45 V; V_f = 1,1 V

L.F. spanning op het stuurrooster van de DAF 91 . . . . 75 mV

M.F. ingangspanning DF 91 (452 kHz; m = 30%) . . . . 30 mV

H.F. ingangsspanning DK 92 (1 MHz) . . . . 2,8 mV

Oscillatorstroom I_{g1} . . . . 175 μA

Waarden van de onderdelen

De waarden van de weerstanden en condensatoren zijn in het schema aangegeven. Alle weerstanden moeten geschikt zijn voor een belasting met 0,25 W. De gegevens van de spoelen stemmen geheel overeen met die van de hiervóór beschreven ontvanger. De aanpasweerstand van de uitgangstransformator is 7 kΩ.

EENVOUDIGE BATTERIJONTVANGER MET VIER BUIZEN VAN DE 25 mA SERIE

Met de introductie van de 25 mA serie verandert er uiteraard weinig aan de schakeling van een eenvoudig batterijontvanger type. Hier wordt een volkomen conventioneel schema gegeven, dat is opgenomen om op overzichtelijke wijze de normale waarden van weerstanden en andere onderdelen ter kennis van de lezer te brengen.
De beschreven ontvanger heeft een gevoeligheid van ongeveer 100 μV op het signaalrooster van de mengbuis, voor een uitgangsvermogen van 50 mW. Het totale verbruik van de anodespanningsbatterij is 9,8 mA, dat van de gloeistroombatterij 125 mA.
De ontvanger waarvan het schema in fig. 178 (uitslagblad IV) is gegeven, is ontworpen voor voeding uit normale batterijen van 90 en 1,4 V. De golfbereiken zijn:

Langegolf	2000—835 m	150— 360 kHz
Middengolf	565—195 m	530—1563 kHz
Kortegolf	50— 18 m	6,0—18,7 MHz

Daar bij de DAF 96 de diodestroom snel inzet, is er reeds een negatieve roosterspanning voor de DK 96 en de DF 96 bij geen of zeer klein signaal; de gemiddelde waarde ervan is ongeveer 0,5 V. Hierdoor wordt de totale katodestroom gereduceerd, wat van invloed is op de keuze van de weerstand in de negatieve verbinding van de anodespanningsbatterij. Deze heeft een waarde gekregen van 560 Ω. Hiermee is de negatieve roosterspanning van de eindbuis ongeveer —5,5 V. Weliswaar is dit iets hoger dan de aanbevolen waarde, maar het maximum uitgangsvermogen vermindert hierdoor niet noemenswaardig, terwijl de totale katodestroom laag wordt gehouden.

Oscillatorschakeling

Er wordt een conventionele schakeling voor de oscillator gebruikt met serievoeding voor de anode en met afgestemde roosterkring. De details van de oscillatorspoel zijn gegeven aan het eind van deze beschrijving.
Door het gebruik van vast gekoppelde spoelen met hoge Q, is het mogelijk de variatie in de roosterstroom binnen de aanbevolen grenzen van 90—150 μA te houden, zowel op de lange als op de middengolf, hetgeen blijkt uit de figuren 179 en 180. Op de kortegolf evenwel, is de roosterstroomvariatie in een normale schakeling beduidend groter (ongeveer 85—200 μA), en om de daarmee samenhangende veranderingen in mengsteilheid te vermijden, is gebruik gemaakt van een opjaagkring. Deze bestaat uit een condensator van 69 pF en een spoel. De combinatie heeft een resonantiefrequentie van 4,8 MHz. Door deze kring wordt de roostersturing op de lagere frequenties in de band groter, waardoor de koppeling tussen de oscillatorspoelen losser gemaakt kan worden. De variatie in roosterstroom is aangegeven in fig. 181; ze varieert tussen 95 μA op de lage frequenties in de band en 130 μA in het midden, en 120 μA aan het eind.

pagina 171 ontbreekt in de scan

In het ontwerp is een aparte opjaagspoel gebruikt, maar eventueel kan deze op dezelfde spoelvorm worden gewonden als de oscillatorspoelen.

H.F. effecten

Om gedurende het trimmen van de ontvanger overmatig meetrekken van de oscillator te voorkomen, is een neutrodyne condensator C_n (0,5—3,5 pF) aangebracht tussen het stuur- en het oscillatorrooster. Deze moet zo worden ingesteld, dat de oscillatorspanning op het stuurrooster minimaal is. Daar de gunstigste waarde voor deze condensator (ongeveer 2,0 pF) maar weinig met de frequentie verandert, is het mogelijk te neutrodiniseren op het onderste trimpunt, dat voor deze ontvanger op 16,9 MHz ligt. Hierdoor worden de H.F. kwaliteiten op 18,5 MHz niet geschaad. Het is natuurlijk mogelijk een vaste neutrodyne condensator te gebruiken, maar de toleranties van dergelijke kleine condensatoren zijn in de regel zo groot, dat er een beduidend risico is dat, als de capaciteit aan de grens van de tolerantie is, het meetrekken van 10 kHz tot minstens 35 kHz toeneemt, wat het trimmen ten zeerste zal bemoeilijken.
Als er geen opjaagspoel wordt gebruikt en de roosterstroom aan het onderste eind van de band tot 200 μA stijgt, wordt het meetrekken gereduceerd tot ongeveer 4 kHz. Dan is evenwel de frequentieverschuiving ten gevolge van de AGR spanning groter en neemt zoveel toe, dat de afstemming van de ontvanger wordt beïnvloed. Onder deze omstandigheden is het raadzaam de schakeling zodanig te wijzigen, dat op het kortegolfbereik geen AGR spanning op de DK 96 komt.
Daar de H.F. effecten gunstiger worden met afnemende frequentie, en gewoonlijk te verwaarlozen zijn op frequenties beneden 10—12 MHz, is het noodzakelijk het huis van de afstemcondensator te aarden tussen de beide secties, daar anders de oscillatorspanning op het stuurrooster genijgd zal zijn toe te nemen van iets minder dan 100 mV tot ongeveer 250 mV aan het lagere frequentie-eind van de band.

MEETRESULTATEN

Spanningen en stromen (spanningen ten opzichte van chassis)

Buis	V_a (V)	V_{g2} (V)	V_{g4} (V)	V_{g1} (V)	I_a (mA)	I_{g2} (mA)	I_{g4} (mA)
DK 96	85	32	72		0,40	1,60	0,11
DF 96	85	66			1,50	0,48	
DAF 96	22	31			0,063	0,020	
DL 96	83	85		—5,5	4,7	0,90	

Totaal stroomverbruik 9,8 mA.

Gevoeligheid (alleen gemeten bij nominale spanningen)

Onderstaande tabel toont de gevoeligheid die voor het verkrijgen van 50 mW uitgangsvermogen nodig is in iedere trap.

L.F. spanning op het stuurrooster van de DL 96	2,1 V
L.F. spanning op het stuurrooster van de DAF 96	42 mV
M.F. ingangsspanning DF 96 (475 kHz; m = 30%)	3,1 mV
H.F. ingangsspanning DK 96 (1 MHz)	110 μV

Typische waarden van de H.F. effecten gemeten op 18,7 MHz

	Met opjaag-spoel	Zonder opjaag-spoel
Oscillator-roosterstroom	120	195 μA
Meetrekken	10	4 kHz
Freq. verschuiving met AGR 0—6,5 V	0- +12- —6	0- +32 kHz
Oscillatorspanning op stuurrooster		
Maximum	0,35	0,25 V
In afstemming	0,20	0,15 V
Freq. verschuiving met gloeispanning 1,1—1,4 V	7,0	kHz
Freq. verschuiving met hoogspanning 45—90 V per volt	0,5	kHz

WAARDEN VAN ONDERDELEN

De waarden van de weerstanden en condensatoren zijn in het schema aangegeven. Het ontwerp van de ontvanger is gebaseerd op Engelse omroeptoestanden, en een M.F. van 475 kHz is gebruikt. Dit is van invloed op de gebruikte oscillatorspoelen, waarvan de afmetingen en windingsgetallen hier worden gegeven. De spoelen zijn alle gewikkeld op vormen met een diameter van ½ inch (1,25 mm) die zijn voorzien van poederijzerkern. De draaddikte is gegeven in S.W.G.; ter oriëntatie van de lezer is de diameter in mm tussen haakjes gezet. Het ligt voor de hand, dat dit ontwerp ook kan worden uitgevoerd met de spoelen van de op blz. 163 beschreven ontvanger. Het is bij het bouwen van dergelijke batterijontvangers evenwel gewenst de roosterstroom van de oscillator over het gehele bereik van de verschillende golfbereiken te controleren, teneinde na te gaan of men de gunstigste mengsteilheid heeft ingesteld. Eventueel kan men door kleine wijzigingen aan een bestaande oscillatorspoel het resultaat verbeteren, waarbij de gegevens in de gepubliceerde ontwerpen als richtlijn kunnen dienen.

Kortegolf oscillatorspoel

Roosterspoel : 9 windingen vertind koperdraad 18 S.W.G. (1,22 mm) gespatieerd gewonden over 18 mm lengte. Spatie 0,7 maal de draaddiameter.

Terugkoppelspoel : 7¾ windingen geëmailleerd koperdraad met zijde-omspinning, 38 S.W.G. (0,15 mm blank); 4¾ windingen gelegd tussen de windingen van de roosterspoel aan de aardzijde.

Opjaagspoel : 40 windingen emailledraad 36 S.W.G. (0,19 mm). Honigraatwikkeling op een vorm van 6,5 mm dameter. De bewikkelde lengte is 3 mm. De resonantiefrequentie is 4,8 MHz wanneer deze spoel wordt afgestemd met 68 pF.

Middengolf oscillatorspoel

Terugkoppelspoel : 55 windingen emailledraad met zijde-omspinning. 38 S.W.G. (0,15 mm blank). Honigraatwikkeling; bewikkelde lengte 4,5 mm.

Terugkoppelspoel : 15 windingen geëmailleerd koperdraad, 42 S.W.G. (0,1 mm) in een enkele laag gewikkeld over de roosterspoel, onder tussenvoeging van twee laagjes dun isolatiepapier.

Langegolf oscillatorspoel

Roosterspoel : 140 windingen emailledraad met zijde-omspinning, 38 S.W.G. 0,15 mm (blank). Honigraatwikkeling; bewikkelde lengte 5 mm.

Roosterspoel : 22 windingen geëmailleerd koperdraad, 42 S.W.G. (0,1 mm) in een enkele laag gewikkeld over de roosterspoel, onder tussenvoeging van twee laagjes dun isolatiepapier.

De uitgangstransformator

De uitgangstransformator moet primair aanpassen aan 13 k Ω, secundair aan de gebruikte luidspreker.

EEN BGW ONTVANGER MET 4 + 1 BUIZEN VAN DE 25 MA SERIE

De hier beschreven experimentele ontvanger is ontworpen om een onderzoek in te stellen naar het gedrag van de D 96 buizen in BGW ontvangers. De experimenten voerden tot een weinig conventionele schakeling van de batterijen, die in het vorige hoofdstuk is behandeld. Deze schakeling geeft goede resultaten bij onderspanning van een van beide batterijen.

Schemabeschrijving

De beschreven BGW ontvanger is ontworpen voor gebruik met nominale batterijspanningen van 9 en 90 V, en voor netspanningen van 110 V en 220 V wisselspanning of gelijkspanning. Het schema is gegeven in fig. 182.
Deze ontvanger is uitsluitend geschikt voor het middengolfgebied, waardoor een golfbereikschakelaar overbodig werd. Er is gebruik gemaakt van een Ferroxcube staafantenne, waarmee grotere signaalsterkte kan worden bereikt dan met de gebruikelijke ingebouwde raamantennes of met een korte capacitieve antenne.
Een van de grootste problemen was het verkrijgen van de juiste negatieve roosterspanning voor de eindbuis bij beduidende onderspanning van een van de voedingsbatterijen. De resultaten van het onderzoek betreffende de mogelijke schakelingen zijn in het vorige hoofdstuk behandeld; van de drie behandelde schakelingen is de derde voor deze ontvanger gekozen. De spanningen en stromen, gemeten bij nominale en bij de als uiterste toelaatbare waarden, zijn in de „Meetresultaten" vermeld.
Na lezing van de voorafgaande hoofdstukken en beschrijvingen, zal de batterijvoeding van deze ontvanger geen problemen meer bieden. Met netvoeding kunnen zich nog enkele moeilijkheden voordoen, die hierna worden behandeld.

Netvoeding

Bij netvoeding zijn de eigenschappen van de eerste en de derde schakeling uit het vorige hoofdstuk gelijk. In de laatste schakeling moet bij netvoeding de negatieve verbinding van de hoogspanning worden verbonden met het chassis, omdat nu de gloeistroom ook van dezelfde spanningsbron komt, nl. van de gelijkrichter.
In de tweede schakeling zou de katodestroom van de DL 96 onder ongunstige omstandigheden tot 5,94 mA kunnen aangroeien, wat onder meer een reden was om deze schakeling te verwerpen.
Het grootste probleem bij netvoeding is de brom. De afvlakcondensatoren voor de anodespanning moeten een waarde hebben van 100 μF; die voor de gloeispanning mag 50 μF zijn. Wanneer geen speciale maatregelen worden getroffen, kunnen de spanningen op deze drie afvlakcondensatoren bij 220 V netvoeding oplopen tot 315 V, als de gloeistroomketen wordt onderbroken.

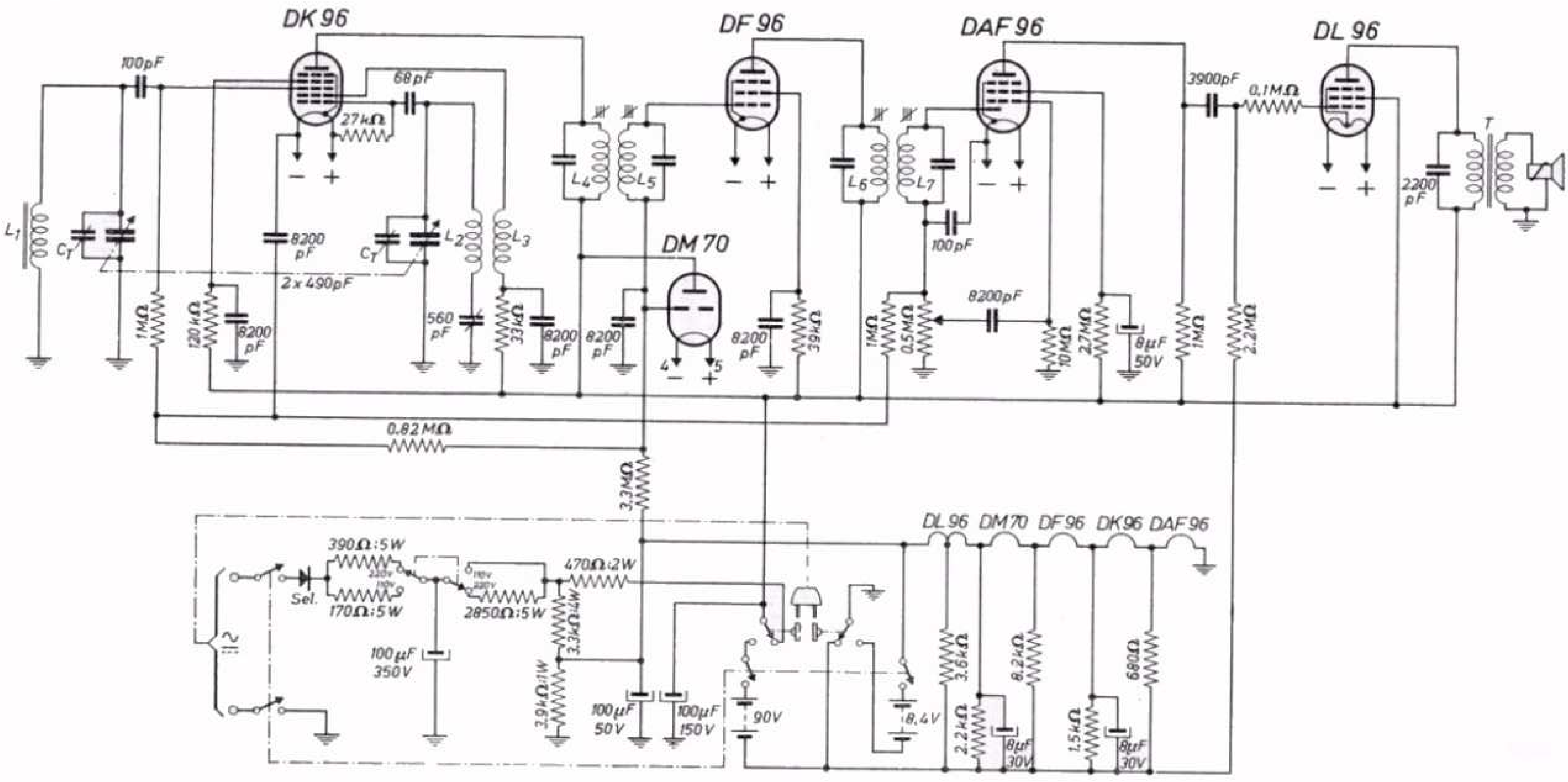


Fig. 182
Schema van een BGW ontvanger met D 96 buizen.

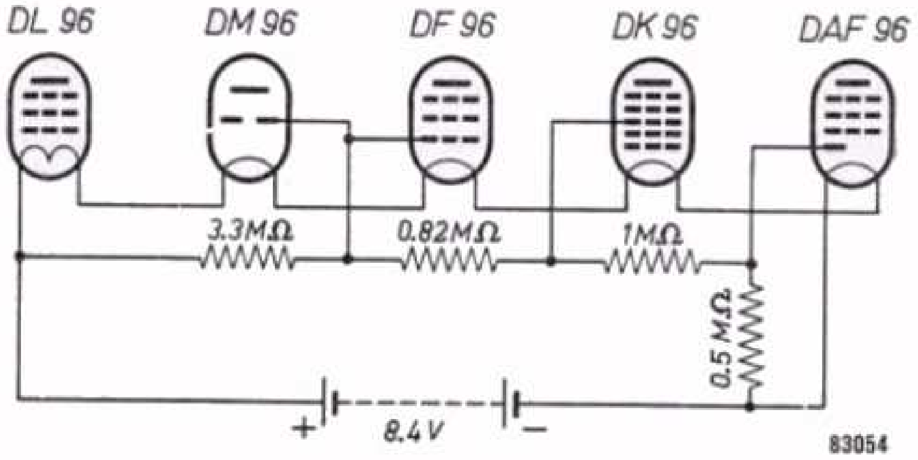


Fig. 183
De potentiometerschakeling in de A.G.R. keten.

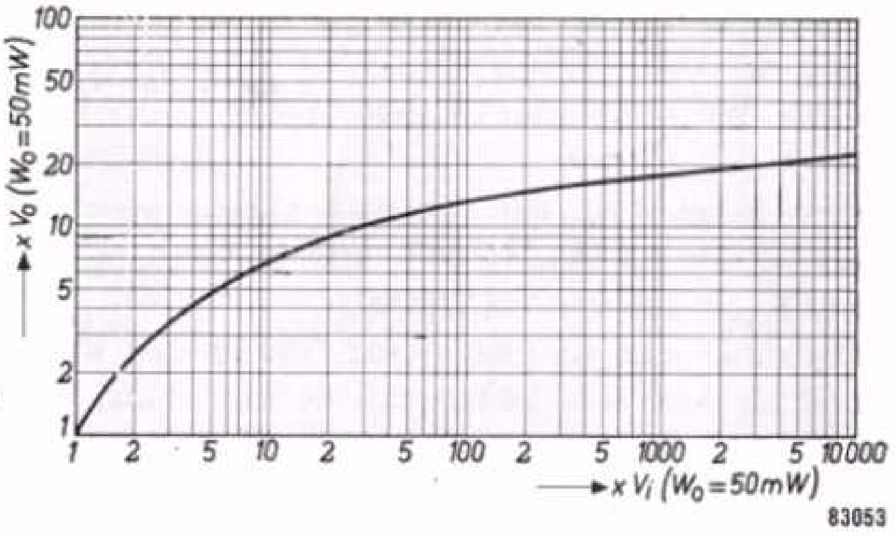


Fig. 184
De AGR kromme van de BGW ontvanger.

Er moeten dus condensatoren voor 350 V piekspanning worden gebruikt. Wordt evenwel de afvlakcondensator voor de gloeispanning overbrugd met een weerstand van 3,9 k Ω, dan zal de spanning over de condensator aan de uitgang van het afvlakfilter niet stijgen boven 150 V, en de spanning over de condensator voor de gloeistroomketen niet boven 50 V. Om ruimte te sparen, kunnen nu de beide laatstgenoemde condensatoren worden gecombineerd en kan een dubbele electrolytische condensator van 2 x 100 μF/150 V worden gebruikt.

De ontkoppelcondensatoren in de gloeistroomketen behoeven geen hogere doorslagspanning dan 30 V te hebben, omdat in de gebruikte schakeling, zelfs bij onderbreking van de gloeidraad van de DM 70, de daaraan voorafgaande condensator geen hogere spanning zal krijgen.

De AGR schakeling en de afstemindicator

De kromme van de AGR is gegeven in fig. 184, en een vereenvoudigde schakeling van de AGR potentiometer ziet men in fig. 183. Hieruit blijkt dat de mengbuis, de M.F. versterker en de afstembuis in de schakeling zijn opgenomen. Met de potentiometer tussen de detectiediode en de plus van de gloeispanning, is bereikt dat, als geen signaal wordt ontvangen, de roosterspanning van iedere buis precies nul is. Dit heeft uiteraard tot gevolg, dat de totale beschikbare regelspanning niet op de roosters van de geregelde

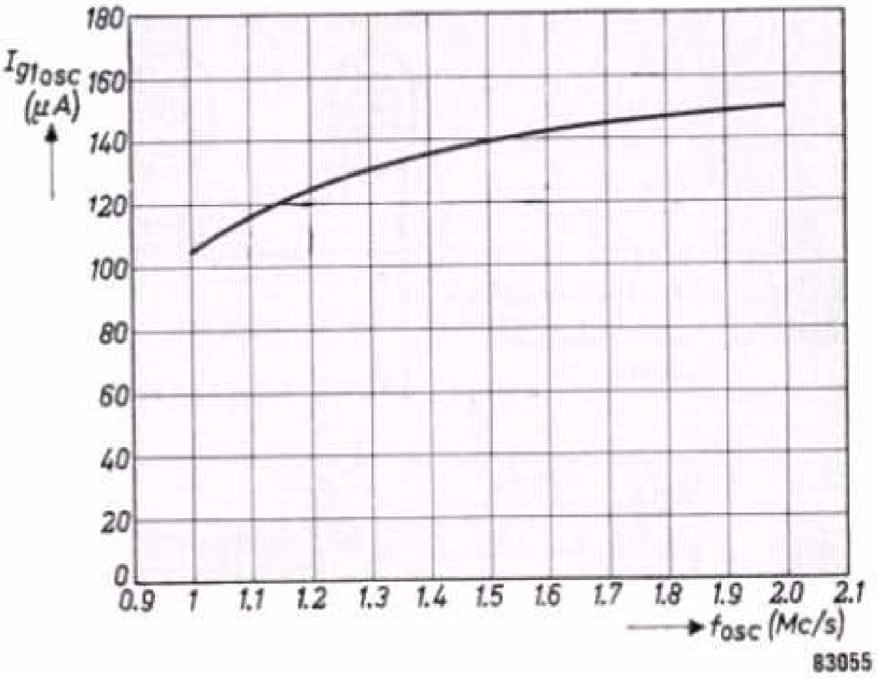


Fig. 185
De oscillator-roosterstroom als functie van de oscillatorfrequentie.

buizen komt, doch dat van de spanning over de belastingsweerstand van de detector, die 0,5 M Ω is, 80% terecht komt op het stuurrooster van de DK 96 en 64% op dat van de DF 96.

Het rooster van de afstembuis DM 70 kan worden verbonden zowel aan de diode als aan het rooster van de M.F. buis. Een derde mogelijkheid is, het te verbinden met een aftakking op de AGR potentiometer. Dit laatste zou de gevoeligste indicatie geven, maar berekeningen, zowel als het experiment, hebben bewezen dat, wanneer de DM 70 wordt verbonden aan het stuurrooster van de M.F. buis, en aansluiting nr. 4 van de DM 70 wordt verbonden aan de negatieve kant in de gloeistroomketen, de gevoeligheid van de indicatie slechts 2% minder is dan met de verbinding aan een aftakking op de potentiometer. Daarom is de laatstgenoemde schakeling, waarvoor een extra weerstand nodig is, niet gekozen.

De oscillatorschakeling

De gebruikte oscillatorschakeling is gelijk aan die welke in de vorige ontvanger is beschreven. Alleen de middengolf spoel is gebruikt. In fig. 185 in de roosterstroom van de oscillator gegeven als functie van de freqentie.

De antennekring

De antennekring is wel zeer eenvoudig. Omdat alleen het middengolfgebied is opgenomen, kon deze ontvanger zeer gemakkelijk met een Ferroxcube staafantenne worden uitgerust. De spoel is geschoven op een Ferroxcube staaf van 203 mm lengte en 9,5 mm diameter. Ferroxcube van graad IV B is gebruikt. De uit een oogpunt van zowel gevoeligheid als instelmogelijkheid gunstigste plaats van de spoel is ongeveer op de helft tussen een uiteinde en het midden van de staaf. De juiste waarde van de zelfinductie wordt dan ingesteld door de spoel heen en weer over de staaf te bewegen, en als de goede plaats is gevonden, wordt ze vastgekit met een beetje was.

Om te voorkomen dat de gevoeligheid zou lijden onder de afschermende werking van het chassis, moet de afstand tussen het chassis en de staaf zo groot worden genomen als de grootte van de kast toelaat. Daar belangrijke temperatuursveranderingen de magnetische eigenschappen van de Ferroxcube staaf, en daarmee de afstemming van de antennekring, beïnvloeden, moet de staaf ook niet worden aangebracht in de nabijheid van de selenium gelijkrichter of van de warmte uitstralende weerstanden van het voedingsgedeelte.

De weergavekarakteristiek

De weergavekarakteristiek is gemeten met signaal op de roosters van achtereenvolgens de L.F. buis DAF 96, de M.F. buis DF 96 en de mengbuis 96. De drie krommen zijn respectievelijk in de figuren 186, 187 en 188 gegeven. Daaruit blijkt dat de kromme bij 4000 Hz voldoende is afgevallen om moeilijkheden met microfonisch effect te voorkomen, m daartegen zijn dus in deze ontvanger geen maatregelen nodig.

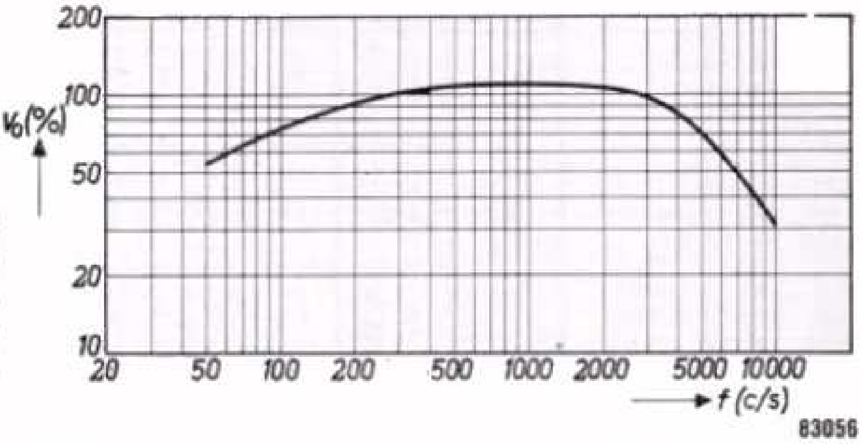


Fig. 186
Frequentiekarakteristiek van het L.F. gedeelte van de B.G.W. ontvanger, gemeten met het ingangssignaal aan de bovenkant van de volume-

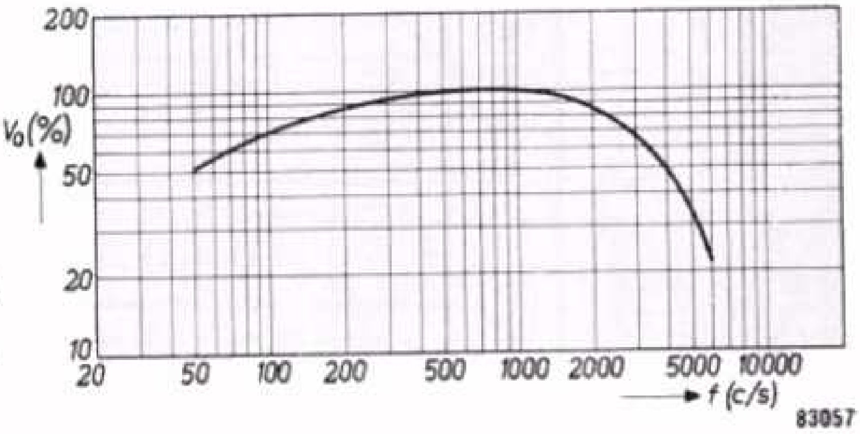


Fig. 187
Frequentiekarakteristiek van de ontvanger gemeten vanaf het stuurrooster van de M.F. buis.

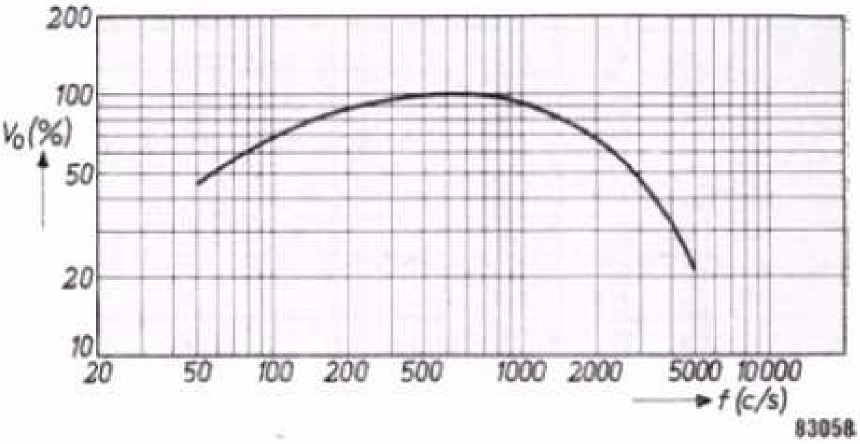


Fig. 188
Frequentiekarakteristiek gemeten vanaf het stuurrooster van de mengbuis.

MEETRESULTATEN

Spanningen en stromen (spanningen t.o.z. van het chassis)

Batterijvoeding			DK 96 ($f_{osc} \simeq$ 1MHz)					DF 96			DAF 96				DL 96		
V_b (V)	V_f (V)	I_a (mA)	V_{g4} (V)	I_{g4} (μA)	V_{g2} (V)	I_{g2} (mA)	I_{g1} (μA)	I_a (mA)	V_{g2} (V)	I_{g2} (mA)	V_a (V)	I_a (μA)	V_{g2} (V)	I_{g2} (μA)	V_a (V)	I_a (mA)	I_{g2} (mA)
90	9,0	0,64	72,7	144	35,3	1,66	109	1,77	67,4	0,58	22,0	68,0	29,5	22,4	81,3	3,60	0,65
90	7,8	0,63	73,0	142	35,5	1,62	115	1,72	67,8	0,57	23,0	67,0	30,0	22,2	80,8	3,82	0,65
90	6,6	0,65	72,4	147	40,8	1,49	109	1,61	68,9	0,54	23,5	66,5	31,2	21,8	80,2	4,07	0,76
67	9,0	0,30	58,7	69	27,4	1,20	74	1,08	44,5	0,32	22,1	44,9	29,2	14,0	63,5	1,46	0,27
67	7,8	0,29	59,0	67	28,7	1,16	115	1,07	44,5	0,32	22,5	44,5	29,8	13,8	62,8	1,77	0,35
67	6,6	0,31	58,4	72	33,0	1,03	111	0,97	45,3	0,30	22,7	44,3	30,1	13,4	62,1	2,03	0,38

Wisselstroom 220 V			DK 96					DF 96			DAF 96				DL 96		
V_b (V)	V_f (V)	I_a (mA)	V_{g4} (V)	I_{g2} (μA)	V_{g2} (V)	I_{g2} (mA)	I_{g1} (μA)	I_a (mA)	V_{g2} (V)	I_{g2} (mA)	V_a (V)	I_a (μA)	V_{g2} (V)	I_{g2} (μA)	V_a (V)	I_a (mA)	I_{g2} (mA)
98	9,0	0,77	80,4	174	37,3	1,84	124	2,04	73,1	0,64	20,0	78,0	28,4	25,8	87,6	4,34	0,78
90	7,8	0,63	73,0	142	35,5	1,62	115	1,72	67,8	0,57	23,0	67,0	30,0	22,2	80,8	3,82	0,68
81	6,6	0,49	67,6	112	35,4	1,38	100	1,34	64,2	0,43	22,2	58,8	28,9	19,3	73,0	3,34	0,60

Gevoeligheid voor 50 mW uitgangsvermogen bij verschillende voedingsspanningen

V_b (V)	V_t (V)	L.F. spanning op stuurrooster DAF 96 (mV)	H.F. spanning op stuurrooster DK 96 (μV)
90	9	28,8	115
90	7,8	28,0	120
90	6,6	29,2	158
80	9	34,2	149
80	7,8	33,2	166
80	6,6	33,8	207
70	9	50,8	272
70	7,8	45,5	272
70	6,6	44,9	344
67	9	60,7	383
67	7,8	52,5	342
67	6,6	50,2	392
60	9	(W_o max. < 50 mW)	
60	7,8	96	756
		(d_{tot}	> 30 %)
60	6,6	80,5	863
		(d_{tot}	> 20 %)

Uit deze metingen blijkt, dat een anodespanning van 60 V te laag is voor redelijk functionneren van het apparaat.

Netvoeding (220 V ∼, + 10%, nominaal en — 10%)

V_b (V)	V_f (V)	L.F. spanning op stuurrooster DAF 96 (mV)	H.F. spanning op stuurrooster DK 96 (μV)
98	9	24,4	107
90	7,8	28,0	120
81	6,6	34,0	209

Anodespanningen en gloeispanningen bij 220 V =; en bij 110 V = en ~

Netspanning		Anodespanning V	Gloeispanning V
220 V =	+ 10%	99	9,2
	nominaal	90	7,8
	— 10%	82	6,7
110 V	+ 10%	100	9,4
	nominaal	90	7,8
	— 10%	81	6,6
110 V =	+ 10%	99	9,2
	nominaal	90	7,8
	— 10%	80	6,4

Gevoeligheid voor 50 mW uitgangsvermogen bij nominale voedingsspanningen

L.F. spanning op stuurrooster DL 96 . . . . 2,0 V

L.F. spanning op stuurrooster DAF 96 . . . . 28 mV

M.F. spanning op stuurrooster DF 96 (f = 452 kHz; m = 30%) . 4,2 mV

H.F. spanning op stuurrooster DK 96 (1 MHz) . . . . 120 μV

In de Philips' Technische Bibliotheek verschijnen 4 series boeken:

1) Serie ELECTRONENBUIZEN
2) Serie LICHT EN VERLICHTING
3) Serie DIVERSEN
4) Populaire Serie

De series 1, 2 en 3 komen uit in de afmetingen 15½ × 23½ cm (tenzij anders is aangegeven) en zijn gebonden in blauw-linnen omslag met opdruk in goud. Serie 4 heeft het formaat 14,8 × 21 cm en wordt gebrocheerd in geverniste kleurrijke omslag. De meeste boeken verschijnen in het Nederlands, Engels, Frans en Duits.

SERIE ELECTRONENBUIZEN

Deel I	Ir. J. Deketh, „Grondslagen van de Radiobuizentechniek"
Deel II	Ir. J. Deketh, „Gegevens en Schakelingen van Ontvang- en Versterkerbuizen" (uitgebracht in de jaren 1933/39)
Deel III	J. Otte, idem (uitgebracht in de jaren 1940/41)
Deel IIIa	N. S. Markus en J. Otte, idem (uitgebracht in de jaren 1945/50)
Deel IIIb	N. S. Markus en J. Vink, idem (uitgebracht in de jaren 1951/54)
Deel IIIc	J. Jager, „Gegevens en Schakelingen van Televisiebuizen"
Deel IV	Dr. B. G. Dammers, Ing. J. Haantjes, J. Otte en Jhr. Ir. H. van Suchtelen, „Toepassing van de Electronenbuis in Radio-ontvangtoestellen en Versterkers" (Boek 1)
Deel V	Idem (Boek 2)
Deel VII	Ir. P. J. Heijboer, „Zendbuizen"
Deel VIIIa	A. G. W. Uitjens, „Television Receiver Design" (1)
Deel VIIIb	Ir. P. A. Neeteson, idem (2)
Deel IX	Ir. P. A. Neeteson, „Vacuum Valves in Pulse Technique"
Deel X	Ir. P. A. Neeteson, „Analyses of the Bistable M.V. Operation"

De delen VIIIa en VIIIb zijn uitgegeven in het Engels, Duits en Frans. Deel IX verschijnt najaar 1955 in het Engels en het Duits, begin 1956 in het Frans. Deel X verschijnt uitsluitend in het Engels, najaar 1955.

SERIE LICHT EN VERLICHTING

a) Ir. L. C. Kalff, „Kunstlicht en Architectuur"
b) Ir. P. J. Oranje, „Gasontladingslampen"
c) Prof. Dr. C. Zwikker, „Fluorescentieverlichting"
d) Dr. P. J. Bouma, „Kleuren en Kleurenindrukken"
e) Dr. G. D. Rieck en Ir. L. H. Verbeek, „Kunstlicht en Fotografie"
f) H. A. E. Keitz, „Lichtberechnungen und Lichtmessungen"

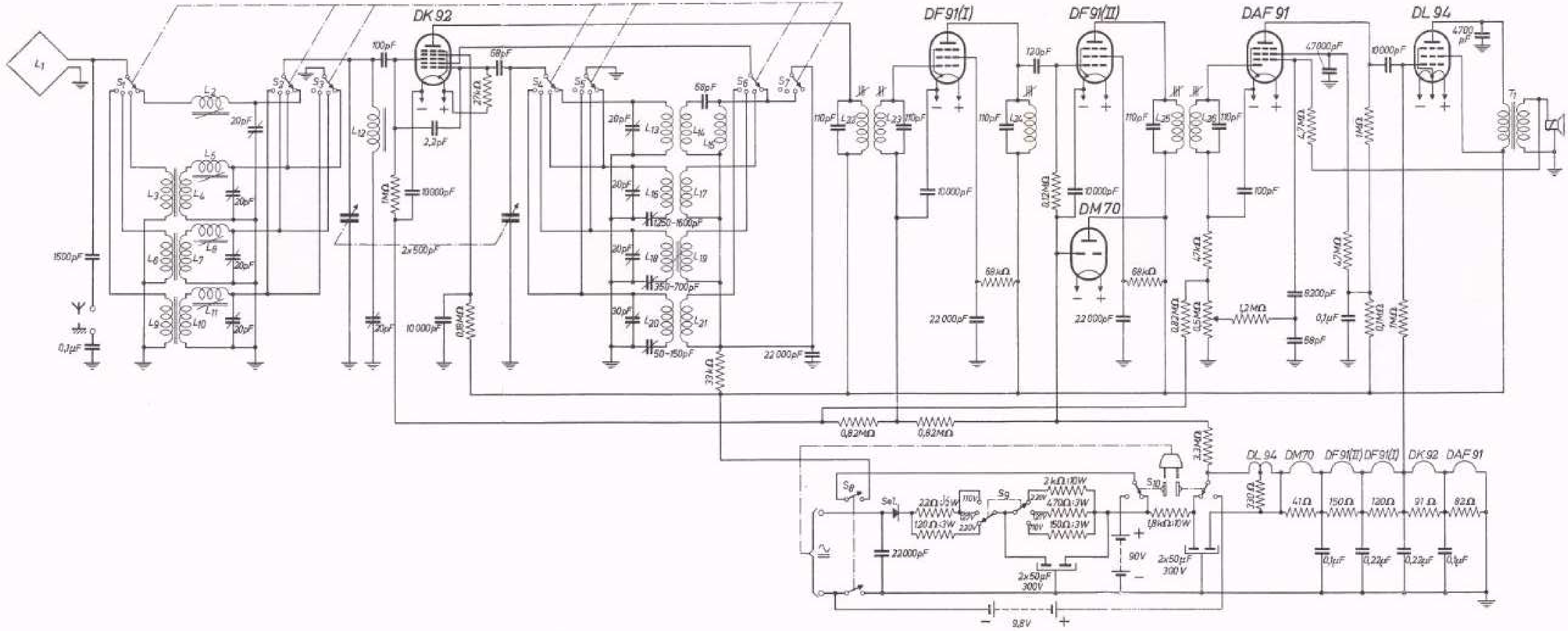


Fig. 161
Schema van de BGW ontvanger met vijf buizen en een afstemindicator.

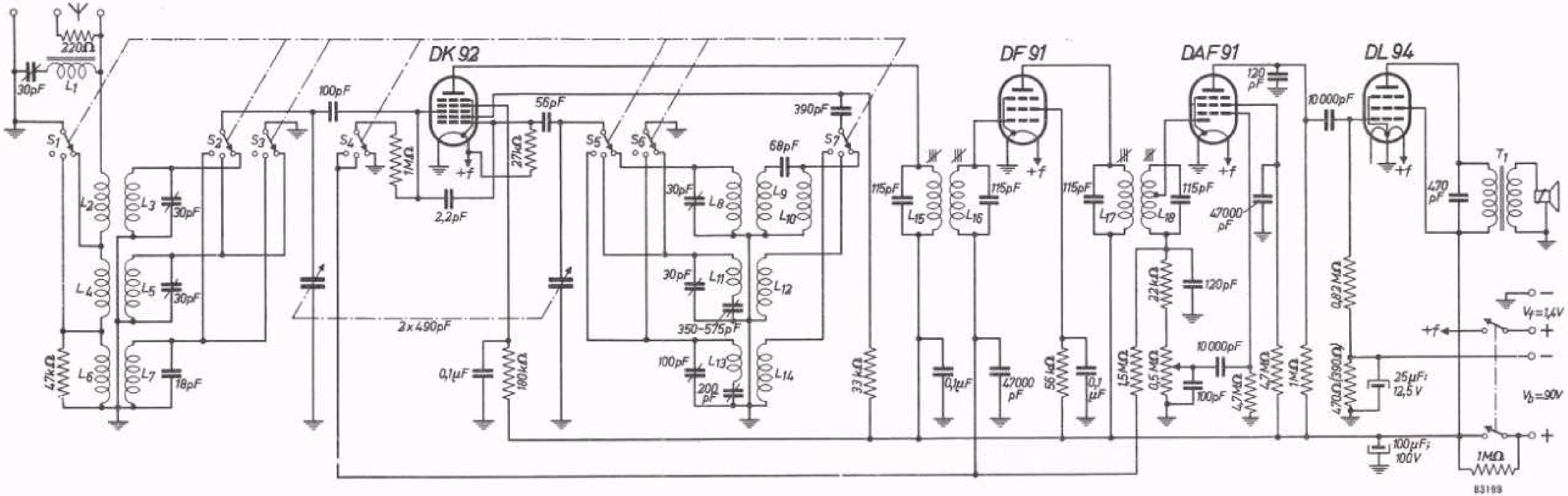
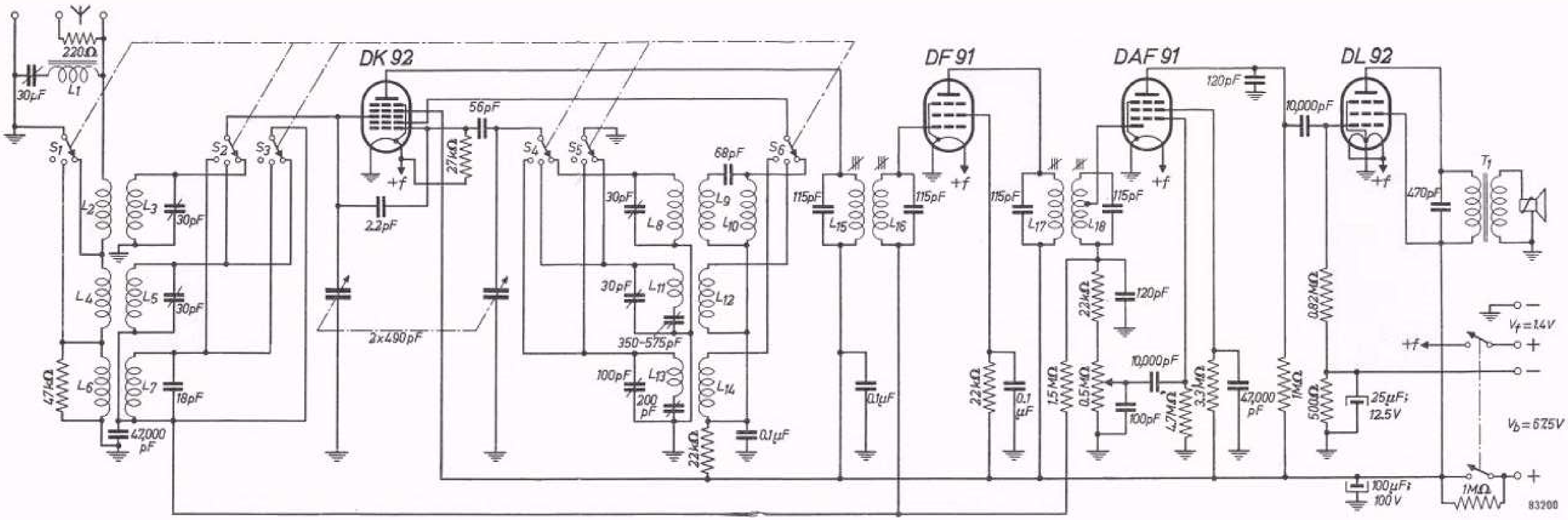


Fig. 176
Batterij ontvanger met vier buizen, voor een batterijspanning van 90 V.



Figuur Nr. 177.
Schema van de vier-buizen ontvanger voor 67,5 V anodebatterij.

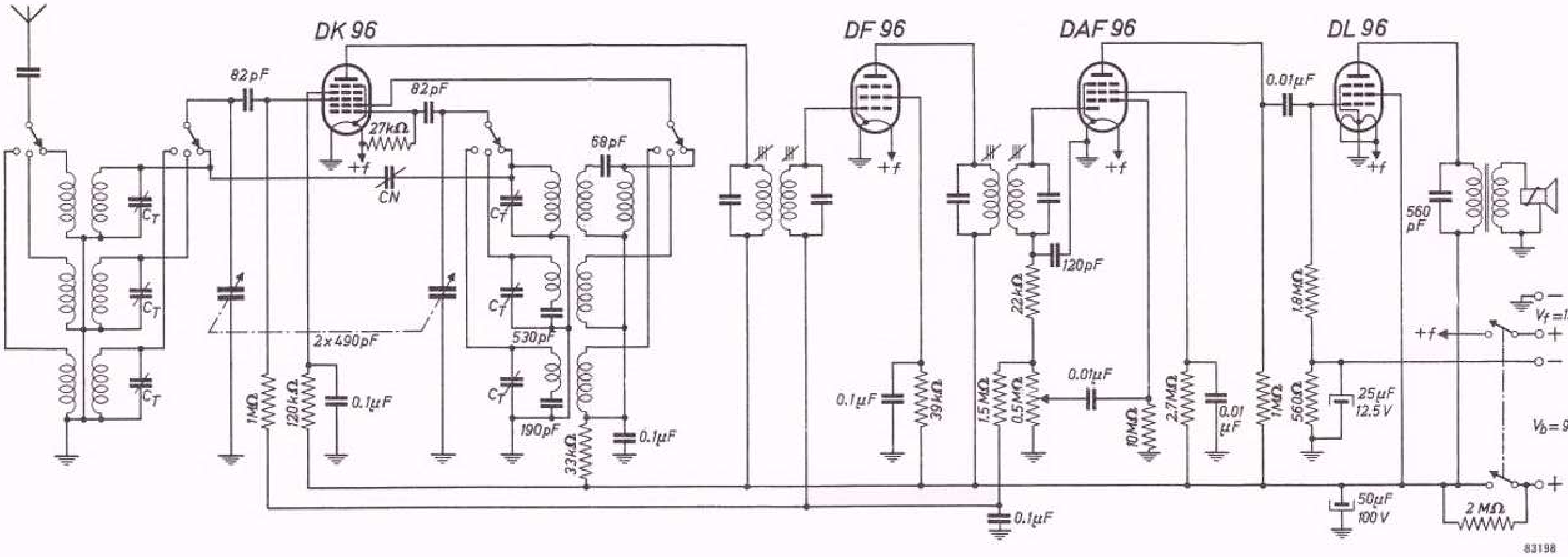


Fig. 178
Schema van de 4 buizen batterijontvanger voor 90 V anodebatterij.

PHILIPS
TECHNISCHE BIBLIOTHEEK